DATA 4 ITALY s.r.l.
Piazza Eleonora Duse, 2
20122 Milano (MI) - Italia

DATA CENTER LOCALIZZATO NEI TERRITORI COMUNALI DI CORNAREDO E SETTIMO MILANESE (CITTÀ METROPOLITANA DI MILANO)

MASTERPLAN DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

TITOLO ELABORATO

Studio atmosferico

MAURO DI PRETE
19.12.2024
11:52:55
GMT+02:00

R.7

11/2024	1	0	Prima Emissione	Iride	Data4	Data4
DATA	**ED.**	**REV.**	**DESCRIZIONE**	**REDATTO**	**VERIFICATO**	**APPROVATO**

iRide
Istituto per la Ricerca e l'Ingegneria Dell'Ecosostenibilità

CODICE ELABORATO
R.7_Studio atmosferico

SCALA
-

FOGLIO
1 di 1

NOME FILE	AMBIENTE SOFTWARE
R.7_Studio atmosferico .pdf	Microsoft Word

IL PRESENTE DOCUMENTO E' DI PROPRIETA' ESCLUSIVA. E' VIETATA LA RIPRODUZIONE O COMUNICAZIONE A TERZI DEL CONTENUTO SENZA PREVENTIVA AUTORIZZAZIONE.

Sommario

1 Introduzione 3
2 Analisi meteo-climatica 4
2.1 Dati storici 4
2.1.1 Regime termico 5
2.1.2 Regime anemometrico 7
2.2 Il dato attuale 12
2.2.1 Regime termico 12
2.2.2 Regime anemometrico 13
2.3 Confronto tra il dato storico e l'anno di riferimento 14
3 Analisi delle emissioni 15
3.1 Emissioni a livello nazionale 15
3.2 Emissioni a livello regionale 17
3.3 Emissioni a livello provinciale 19
3.4 Emissioni di gas serra 20
3.4.1 Emissioni a livello nazionale 20
3.4.2 Emissioni a livello regionale 22
3.4.3 Emissioni a livello provinciale 23
4 Analisi della qualità dell'aria 25
4.1 Normativa di riferimento 25
4.2 La pianificazione territoriale di riferimento 27
4.3 La rete di monitoraggio e la centralina di riferimento 30
4.4 Analisi delle concentrazioni 33
4.4.1 Ossidi di azoto 33
4.4.2 Particolato 39
4.4.3 Monossido di carbonio 43
4.5 Quadro sinottico di qualità dell'aria 46
5 Stima delle emissioni in corso d'opera 47
5.1 Metodologia di analisi 47
5.2 I fattori di emissione 48
5.2.1 I fattori di emissione relativi alla formazione e stoccaggio dei cumuli 48
5.2.2 I fattori di emissione relativi all'erosione del vento dai cumuli 49
5.2.3 I fattori di emissione relativi ai gas di scarico dei mezzi di cantiere 51

5.3 Analisi emissiva 52
6 Stima delle concentrazioni post operam 54
6.1 Metodologia di analisi 54
6.2 Il modello di simulazione MMS Calpuff 54
6.3 Dati meteorologici e orografici 55
6.4 Dominio di calcolo e dominio di salvataggio dati 57
6.5 Recettori puntuali 58
6.6 Definizione delle sorgenti emissive 59
6.7 Modellazione del Building Downwash 61
6.8 Scenari emissivi di riferimento 63
6.8.1 Risultati Scenario 1 - Emergenza 65
6.8.2 Risultati Scenario 2 - Emergenza 75
6.8.3 Risultati Scenario 3 - Manutenzione 85
7 Stima delle emissioni di CO_2 da parte dei generatori di emergenza in fase di manutenzione 93
8 Allegato 1 95
9 Allegato 2 100

1 Introduzione

Nel presente documento vengono stimate e valutate le emissioni e le concentrazioni degli inquinanti atmosferici prodotti dai generatori di emergenza a servizio del Data Center di progetto, allo scopo di verificare il rispetto dei limiti normativi fissati dal D.Lgs. 155/10 relativamente alla qualità dell'aria.

Allo scopo è stato anzitutto caratterizzato il territorio in cui è inserita l'opera da un punto di vista meteoclimatico, emissivo e della qualità dell'aria. Per quanto riguarda le caratteristiche meteoclimatiche dell'area di riferimento, queste risultano fondamentali nella stima delle concentrazioni in aria, in quanto rappresentative di uno degli input del modello di simulazione utilizzato. In merito invece alle analisi emissiva e di qualità dell'aria degli inquinanti significativi individuati, queste sono state effettuate per fornire un quadro conoscitivo che caratterizzi la zona in esame.

Alla luce di tali analisi si è proceduto con la valutazione degli impatti, ossia con la stima delle concentrazioni degli inquinanti ritenuti significativi prodotti dal Data Center, ossia il particolato (PM10), gli ossidi di azoto (NOx e NO_2) e il monossido di carbonio (CO).

La dispersione atmosferica degli inquinanti emessi dal progetto in esame è stata simulata mediante il software di calcolo MMS Calpuff, comprendente il pre-processore meteorologico Calmet.

Inoltre, per la fase di realizzazione dell'opera, in considerazione della localizzazione e della distanza dei recettori residenziali più prossimi all'area di interesse, è stata effettuata un'analisi per la stima delle emissioni di PM10 prodotte dalle attività previste, che sono state ritenute più gravose in termini di inquinamento atmosferico.

Il presente documento si articola quindi secondo i seguenti paragrafi principali:

1. analisi meteoclimatica dell'area di studio;
2. analisi delle emissioni degli inquinanti prodotti nell'area di interesse;
3. analisi dello stato attuale della qualità dell'aria, in cui sono riportati una sintesi della normativa e pianificazione di riferimento e i dati di concentrazione di PM10, NOx, NO_2 e CO monitorati dalle centraline di ARPA Lombardia considerate come riferimento per l'analisi;
4. stima delle emissioni di PM10 prodotte dalla costruzione degli edifici in progetto. Per tale analisi si è fatto riferimento alla metodologia di calcolo delle emissioni descritta nella Linee Guida di ARPA Toscana[1];
5. stima e valutazione dell'impatto sulla qualità dell'aria dovuto dall'esercizio del Data Center, in cui si verifica la conformità delle ricadute da essa indotte con i limiti fissati dal D.Lgs. 155/10, considerando lo stato di qualità dell'aria attuale registrato dalle centraline di riferimento considerate. In particolare, sono stati considerati 3 scenari: due diversi scenari di emergenza in caso di blackout e uno scenario per la manutenzione ordinaria dei generatori (per una spiegazione più dettagliata si rimanda al capitolo 6);
6. analisi emissiva della CO_2 prodotta dai generatori di emergenza durante la fase di manutenzione ordinaria degli stessi.

[1] Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti" elaborate da ARPA Toscana

2 Analisi meteo-climatica

2.1 Dati storici

L'analisi metereologica è stata effettuata sulla base dei dati forniti dalla stazione metereologica più vicina all'area di intervento, ovvero quella di Milano Linate, distante mediamente 17,5 km dall'area di intervento (cfr. Figura 2-1), che può essere ritenuta significativa delle condizioni meteoclimatiche dell'area in esame, in quanto, come riporta il documento dell'APAT *"Dati e informazioni per la caratterizzazione della componente Atmosfera e prassi corrente di utilizzo dei modelli di qualità dell'aria nell'ambito della procedura di V.I.A."*, le osservazioni rilevate dalle stazioni meteo dell'Aeronautica Militare sono rappresentative di un'area di circa 70 km di raggio.

I dati utilizzati per effettuare la serie storiche vanno dal 1993 al 2022.

I principali parametri meteorologici utilizzati sono:

- temperatura: la temperatura dell'aria viene espressa in gradi centigradi (°C). Affinché la rilevazione sia rappresentativa, i termometri sono ubicati ad un'altezza variabile tra 1,25 e 2 metri dal suolo su terreno controllato (quale manto erboso), protetti da precipitazioni e radiazione incidente in apposita capannina (con apertura a nord), mantenendo libera la circolazione dell'aria;
- vento: le unità di misura adottate per il vento sono: per l'intensità, che corrisponde alla velocità dell'aria rispetto al suolo, il nodo (KT, corrisponde a 1,852 km/h) e per la direzione di provenienza, il grado sessagesimale (si assume come valore 0 la calma di vento e 360 il nord). Lo strumento di misura, chiamato anemometro, è posto lontano da ostacoli, ad un'altezza di 10 metri dal suolo.

La stazione meteo di riferimento, mostrata in Figura 2-1, è localizzata alle seguenti coordinate:

- Lat: 45,4614,
- Long: 9,2626.

Figura 2-1 Localizzazione della Stazione meteorologica di Milano Linate rispetto l'area di intervento

2.1.1 Regime termico

Nella seguente tabella sono riportati i valori delle temperature medie mensili registrate dalla stazione di riferimento nell'arco temporale considerato, dal 1993 al 2022.

Mese	T minima media (°C)	T media (°C)	T massima media (°C)
Gennaio	-0,02	3,39	7,25
Febbraio	1,29	5,56	10,28
Marzo	4,76	9,96	15,24
Aprile	8,87	14,00	19,13
Maggio	13,63	18,75	23,85
Giugno	17,81	23,15	28,29
Luglio	19,68	25,18	30,38
Agosto	19,27	24,58	29,88
Settembre	14,93	19,81	24,97
Ottobre	10,66	14,55	18,98
Novembre	5,65	8,81	12,31
Dicembre	1,14	4,08	7,45

Tabella 2-1 Temperatura media registrata nell'arco temporale considerato (Fonte: elaborazione dati Stazione di Milano Linate)

Nella seguente figura è mostrato graficamente l'andamento delle temperature mensili nell'arco temporale di riferimento.

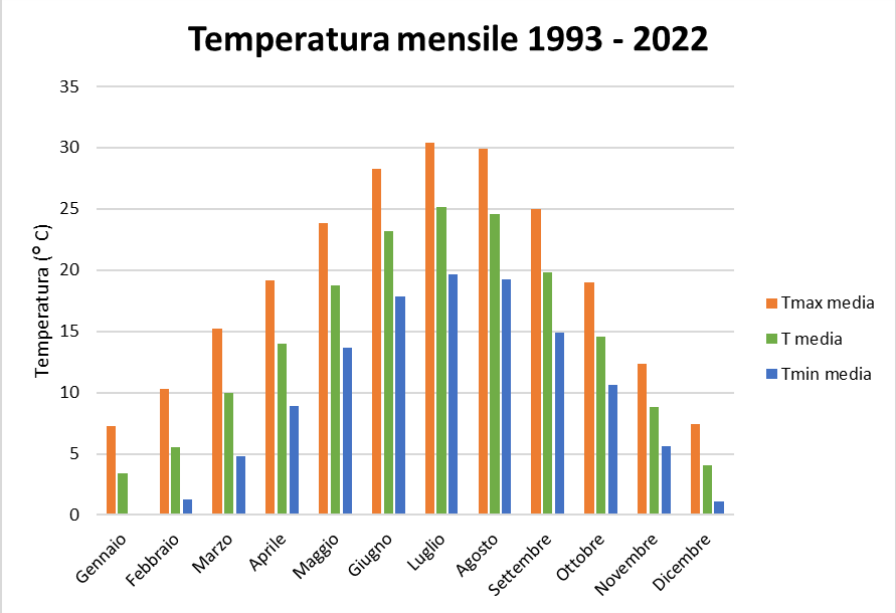

Figura 2-2 Andamento temperature registrate nell'arco temporale considerato (Fonte: elaborazione dati stazione di Milano Linate)

Nelle seguenti figure sono riportati gli andamenti delle temperature medie, minime e massime delle tre decadi.

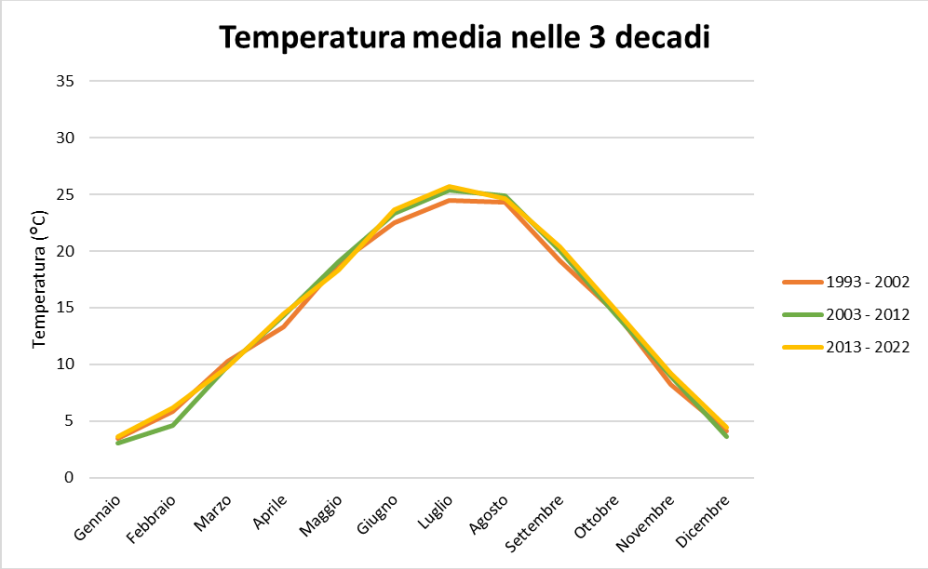

Figura 2-3 Andamento della temperatura media nelle tre decadi di riferimento (Fonte: elaborazione dati stazione di Milano Linate)

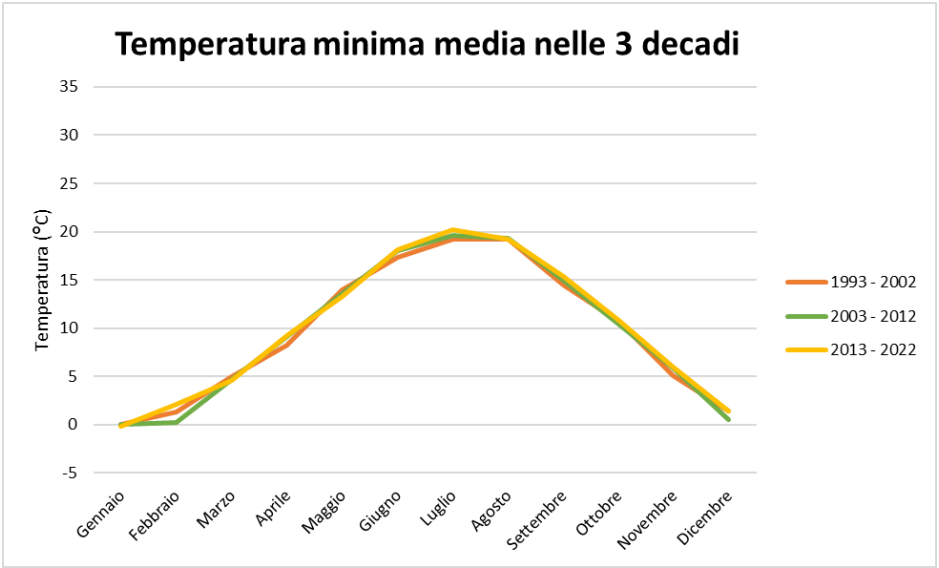

Figura 2-4 Andamento della temperatura media minima nelle tre decadi di riferimento ((Fonte: elaborazione dati stazione di Milano Linate)

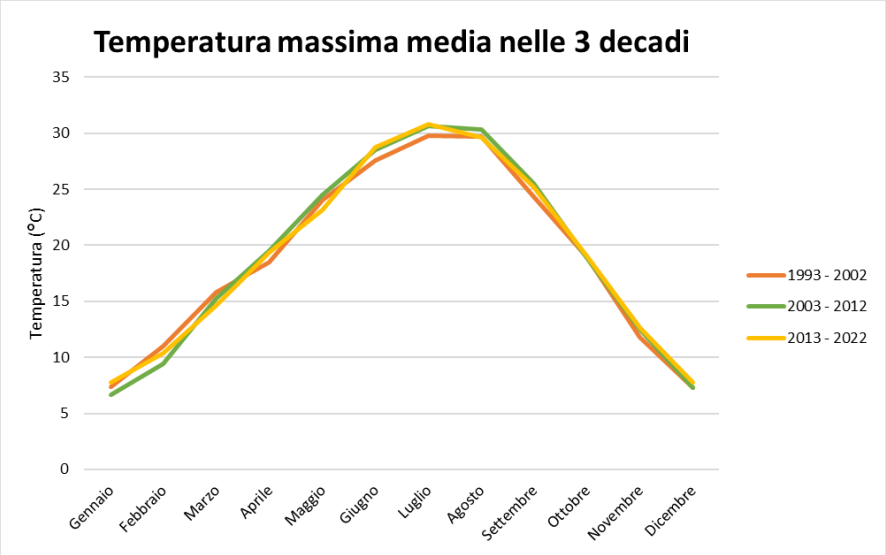

Figura 2-5 Andamento della temperatura media massima nelle tre decadi di riferimento (Fonte: elaborazione dati stazione di Milano Linate)

Dall'osservazione delle figure precedenti è possibile notare che gli andamenti della temperatura nelle tre decadi sono simili.

2.1.2 Regime anemometrico

Facendo riferimento ai dati relativi al vento è possibile identificare sia la direzione, sia l'entità espressa in m/s, suddivise nelle seguenti classi:

- 0,5 – 2 m/s;
- 2– 3 m/s;
- > 3 m/s.

I valori registrati dalla centralina di riferimento sono riportati nelle tabelle sottostanti. Nello specifico, i dati sono divisi per ciascuna stagione nei seguenti intervalli temporali giornalieri:

- h. 00-05;
- h. 06-11;
- h. 12-17;
- h. 18-23.

Storico inverno h.00-05																	
Velocità venti (m/s)		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
0,5	2	9,0%	3,9%	3,3%	3,0%	3,1%	1,0%	0,6%	1,2%	3,3%	2,5%	2,9%	3,9%	3,6%	1,0%	1,0%	2,8%
2	3	12,2%	5,4%	6,2%	7,6%	7,1%	1,9%	1,2%	1,6%	4,1%	3,3%	5,6%	9,1%	7,1%	2,1%	1,8%	4,1%
3	-	13,4%	5,9%	6,9%	9,4%	11,3%	3,3%	1,7%	1,8%	4,3%	3,5%	6,0%	10,7%	9,7%	3,1%	3,2%	6,0%
Storico inverno h.06-11																	
Velocità venti (m/s)		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
0,5	2	2,6%	1,3%	1,7%	2,4%	3,4%	1,4%	1,3%	1,4%	2,9%	2,7%	3,6%	3,4%	1,9%	0,5%	0,4%	0,8%
2	3	4,1%	2,1%	3,5%	5,9%	9,4%	3,9%	3,1%	2,8%	4,8%	4,9%	8,8%	9,3%	4,9%	1,1%	0,8%	1,6%
3	-	5,8%	2,5%	4,0%	7,2%	14,9%	7,1%	4,5%	3,4%	5,2%	5,4%	10,7%	13,0%	9,0%	1,9%	2,1%	3,4%
Storico inverno h.12-17																	
Velocità venti (m/s)		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
0,5	2	0,6%	0,4%	0,8%	1,1%	2,2%	1,3%	1,2%	1,6%	3,7%	2,6%	3,2%	2,5%	1,5%	0,4%	0,2%	0,4%
2	3	1,4%	0,9%	1,6%	2,7%	6,7%	4,0%	4,2%	4,6%	8,2%	6,2%	9,7%	9,1%	4,5%	0,9%	0,6%	0,9%
3	-	4,2%	1,4%	2,0%	3,5%	10,5%	7,0%	6,0%	5,8%	9,8%	7,2%	12,5%	14,6%	9,1%	1,7%	1,8%	3,1%
Storico inverno h.18-23																	
Velocità venti (m/s)		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
0,5	2	5,2%	2,4%	2,3%	2,5%	3,3%	1,4%	1,1%	1,2%	3,8%	2,7%	3,5%	4,2%	3,5%	0,9%	0,6%	1,6%
2	3	8,2%	3,8%	4,6%	6,4%	8,4%	3,2%	2,1%	2,0%	5,1%	3,6%	6,0%	9,3%	7,6%	2,0%	1,3%	2,9%
3	-	11,1%	4,4%	5,3%	7,5%	12,5%	5,0%	2,9%	2,3%	5,3%	3,7%	6,5%	11,3%	10,4%	2,7%	3,0%	6,0%

Figura 2-6 Regime anemometrico, stagione inverno (Fonte: elaborazione dati stazione di Milano Linate)

Storico primavera h.00-05																	
Velocità venti (m/s)		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
0,5	2	6,3%	3,4%	3,6%	3,9%	3,8%	0,9%	0,6%	0,7%	2,3%	1,4%	1,3%	1,7%	3,9%	1,6%	1,1%	2,5%
2	3	9,0%	5,3%	8,2%	10,8%	10,8%	2,5%	1,2%	1,1%	3,0%	1,7%	2,1%	3,9%	10,1%	3,2%	2,0%	3,8%
3	-	10,4%	6,0%	9,3%	13,6%	17,5%	5,0%	2,0%	1,3%	3,1%	1,8%	2,2%	4,6%	12,4%	3,8%	2,4%	4,7%
Storico primavera h.06-11																	
Velocità venti (m/s)		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
0,5	2	0,9%	0,7%	1,3%	1,6%	2,5%	1,3%	1,0%	1,0%	1,9%	1,6%	1,3%	1,3%	1,3%	0,4%	0,3%	0,5%
2	3	2,0%	1,6%	3,0%	4,9%	9,8%	5,5%	4,0%	3,6%	5,2%	4,0%	5,1%	5,5%	4,7%	0,9%	0,6%	0,9%
3	-	3,1%	2,4%	3,7%	6,7%	19,7%	12,4%	7,3%	5,1%	6,4%	5,0%	7,1%	9,2%	7,8%	1,2%	1,2%	1,8%
Storico primavera h.12-17																	
Velocità venti (m/s)		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
0,5	2	0,4%	0,3%	0,4%	0,5%	1,0%	0,6%	0,7%	1,0%	1,7%	1,3%	1,3%	0,9%	0,7%	0,3%	0,2%	0,3%
2	3	1,3%	1,0%	1,4%	1,8%	4,1%	3,6%	4,2%	5,6%	8,7%	5,6%	6,2%	5,5%	3,8%	0,8%	0,7%	0,8%
3	-	3,7%	1,9%	2,3%	3,2%	8,9%	8,8%	8,7%	8,7%	12,0%	8,1%	11,0%	11,1%	6,8%	1,3%	1,2%	2,2%
Storico primavera h.18-23																	
Velocità venti (m/s)		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
0,5	2	2,6%	1,4%	1,6%	1,7%	2,3%	1,3%	0,8%	0,9%	2,5%	2,0%	2,1%	2,4%	2,6%	1,0%	0,7%	1,4%
2	3	5,0%	2,6%	4,0%	5,0%	7,1%	4,2%	3,3%	2,4%	4,2%	3,0%	4,5%	7,1%	9,9%	2,5%	1,7%	2,7%
3	-	7,9%	3,6%	5,1%	7,0%	12,5%	7,8%	4,9%	3,1%	4,6%	3,4%	5,8%	10,3%	14,5%	3,0%	2,2%	4,2%

Figura 2-7 Regime anemometrico, stagione primavera (Fonte: elaborazione dati stazione di Milano Linate)

Storico estate h.00-05																	
Velocità venti (m/s)		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
0,5	2	7,1%	4,0%	6,0%	4,7%	4,8%	1,1%	0,7%	0,8%	3,3%	1,7%	1,8%	2,1%	3,0%	1,5%	1,0%	2,3%
2	3	9,7%	5,8%	12,1%	11,8%	12,3%	2,9%	1,3%	1,3%	3,8%	2,1%	2,5%	3,8%	6,0%	2,4%	1,6%	3,5%
3	-	11,2%	6,9%	13,5%	14,2%	17,1%	4,9%	2,0%	1,4%	3,9%	2,2%	2,6%	4,1%	6,8%	2,6%	2,1%	4,5%
Storico estate h.06-11																	
Velocità venti (m/s)		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
0,5	2	1,1%	1,1%	2,1%	2,2%	3,8%	1,8%	1,5%	1,4%	2,7%	1,8%	1,8%	1,3%	1,2%	0,4%	0,3%	0,4%
2	3	1,8%	1,8%	3,9%	6,1%	11,7%	7,0%	6,1%	4,8%	6,8%	4,9%	5,1%	4,3%	3,4%	0,6%	0,5%	0,7%
3	-	3,1%	2,5%	4,8%	7,9%	18,8%	13,3%	9,9%	6,3%	7,7%	5,6%	6,4%	5,9%	4,6%	0,9%	1,0%	1,4%
Storico estate h.12-17																	
Velocità venti (m/s)		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
0,5	2	0,4%	0,3%	0,5%	0,6%	1,3%	0,9%	0,9%	1,2%	2,4%	2,0%	1,9%	1,3%	1,1%	0,3%	0,2%	0,3%
2	3	1,0%	0,8%	1,6%	2,4%	5,3%	4,6%	5,5%	6,5%	10,1%	7,2%	8,1%	6,0%	4,2%	0,8%	0,6%	0,7%
3	-	3,0%	1,6%	2,4%	3,7%	9,0%	8,9%	9,6%	9,3%	12,9%	9,3%	11,1%	9,0%	5,6%	1,2%	1,3%	2,1%
Storico estate h.18-23																	
Velocità venti (m/s)		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
0,5	2	3,2%	1,8%	2,0%	2,6%	3,5%	1,4%	0,8%	0,9%	3,5%	2,7%	3,0%	3,3%	3,4%	1,2%	0,9%	1,4%
2	3	5,6%	3,1%	5,0%	6,7%	10,2%	3,8%	2,4%	2,1%	5,1%	3,8%	5,1%	7,7%	9,7%	2,3%	1,7%	2,7%
3	-	8,9%	4,2%	6,2%	8,4%	14,5%	6,5%	3,6%	2,6%	5,4%	4,0%	5,8%	9,2%	11,6%	2,7%	2,3%	4,2%

Figura 2-8 Regime anemometrico, stagione estate (Fonte: elaborazione dati stazione di Milano Linate)

Storico autunno h.00-05																	
Velocità venti (m/s)		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
0,5	2	9,0%	3,6%	3,2%	3,1%	4,0%	1,2%	1,1%	1,4%	4,8%	3,4%	4,5%	5,1%	3,5%	0,9%	1,0%	2,8%
2	3	11,9%	4,8%	5,0%	6,2%	8,0%	2,7%	1,6%	1,9%	5,6%	4,3%	7,3%	9,9%	6,6%	1,4%	1,5%	4,0%
3	-	13,1%	5,3%	5,6%	7,4%	12,9%	5,2%	2,1%	2,1%	5,8%	4,5%	7,7%	10,8%	8,1%	1,7%	2,4%	5,3%
Storico autunno h.06-11																	
Velocità venti (m/s)		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
0,5	2	2,6%	1,3%	2,2%	2,5%	3,6%	1,6%	1,3%	1,6%	4,3%	3,5%	5,4%	5,4%	2,9%	0,6%	0,5%	0,9%
2	3	4,1%	2,4%	4,1%	5,3%	8,9%	4,2%	2,9%	2,5%	6,0%	5,6%	10,6%	11,6%	5,7%	1,1%	0,9%	1,6%
3	-	5,4%	3,0%	4,7%	6,4%	14,3%	7,7%	4,2%	2,9%	6,3%	5,9%	11,6%	13,5%	8,2%	1,5%	1,7%	3,0%
Storico autunno h.12-17																	
Velocità venti (m/s)		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
0,5	2	1,1%	0,7%	1,0%	1,3%	2,6%	1,9%	2,0%	2,2%	5,6%	4,7%	6,0%	4,5%	2,7%	0,6%	0,4%	0,6%
2	3	2,1%	1,6%	2,3%	3,0%	6,9%	4,6%	4,4%	4,2%	9,1%	8,0%	12,0%	10,5%	6,0%	1,2%	0,9%	1,4%
3	-	4,1%	2,2%	2,7%	3,7%	10,7%	7,6%	5,4%	4,8%	9,8%	8,4%	13,3%	12,7%	8,4%	1,6%	1,6%	3,0%
Storico autunno h.18-23																	
Velocità venti (m/s)		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
0,5	2	7,4%	3,2%	3,2%	3,1%	3,8%	1,4%	1,2%	1,4%	4,2%	3,1%	4,7%	6,0%	4,4%	0,9%	1,0%	2,4%
2	3	10,0%	4,7%	5,7%	6,2%	8,4%	2,7%	2,1%	1,9%	4,9%	3,8%	7,0%	10,1%	7,0%	1,5%	1,5%	3,7%
3	-	11,9%	5,3%	6,5%	7,3%	12,8%	5,4%	2,6%	2,1%	5,1%	4,0%	7,5%	11,3%	8,5%	1,9%	2,6%	5,5%

Figura 2-9 Regime anemometrico, stagione autunnale (Fonte: elaborazione dati stazione di Milano Linate)

Nelle figure seguenti viene riportata, per ciascuna stagione, la rosa dei venti, in cui viene riportata ad ogni direzione di provenienza dei venti la frequenza percentuale e le frequenze percentuali associate di velocità dei venti, espresse in m/s.

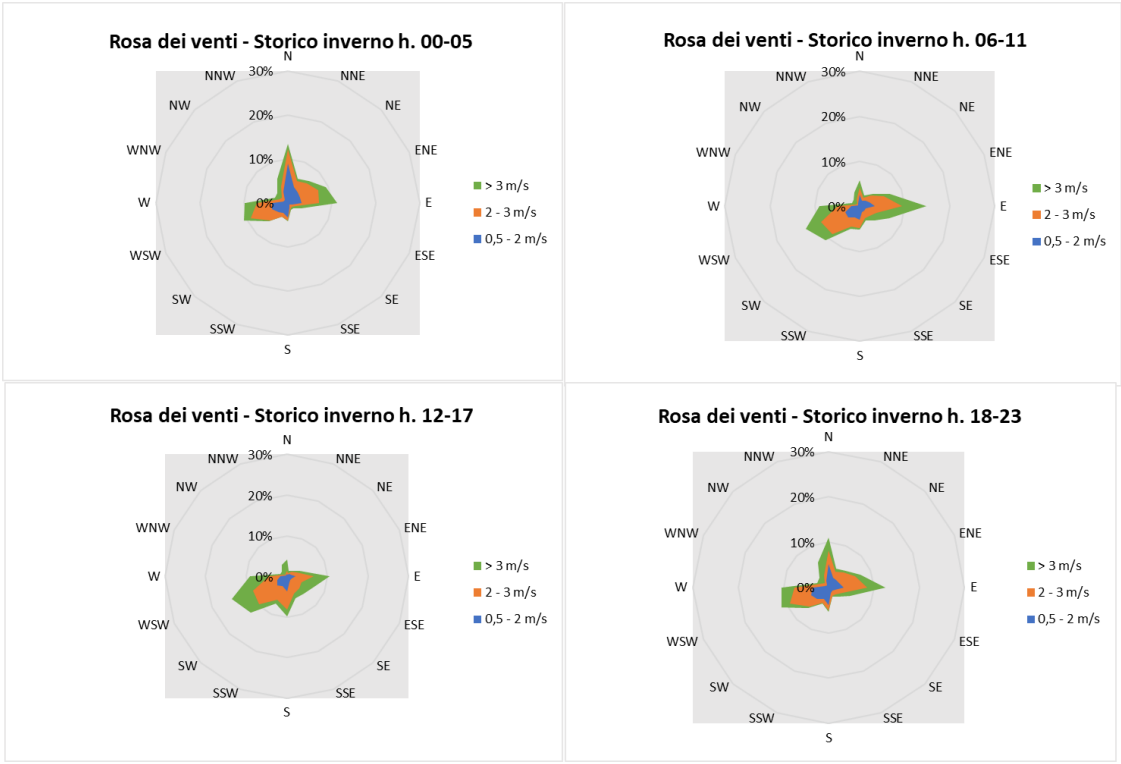

Figura 2-10 Regime anemometrico invernale nei 4 intervalli orari di riferimento (Fonte: elaborazione dati stazione di Milano Linate)

L'analisi dei diagrammi mostra per la stagione invernale una prevalenza di venti che spirano dalle direzioni E ed W in tutti gli intervalli temporali analizzati, tranne nell'orario dalle 0 alle 5 in cui spira anche da N. Le velocità sono concentrate quasi interamente nelle ultime due classi, connotando di fatto una forte stabilità in termini anemometrici.

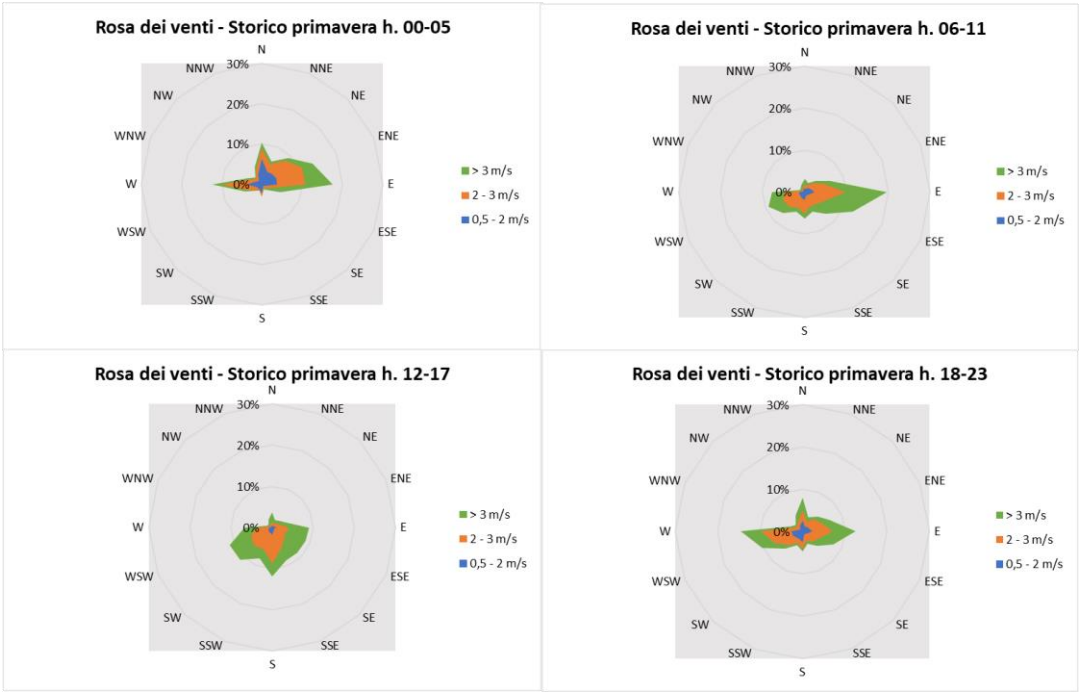

Figura 2-11 Regime anemometrico primaverile nei 4 intervalli orari di riferimento (Fonte: elaborazione dati stazione di Milano Linate)

L'analisi dei diagrammi mostra per la stagione primaverile una prevalenza di venti che spirano dalle direzioni E ed W in tutti gli intervalli temporali analizzati.

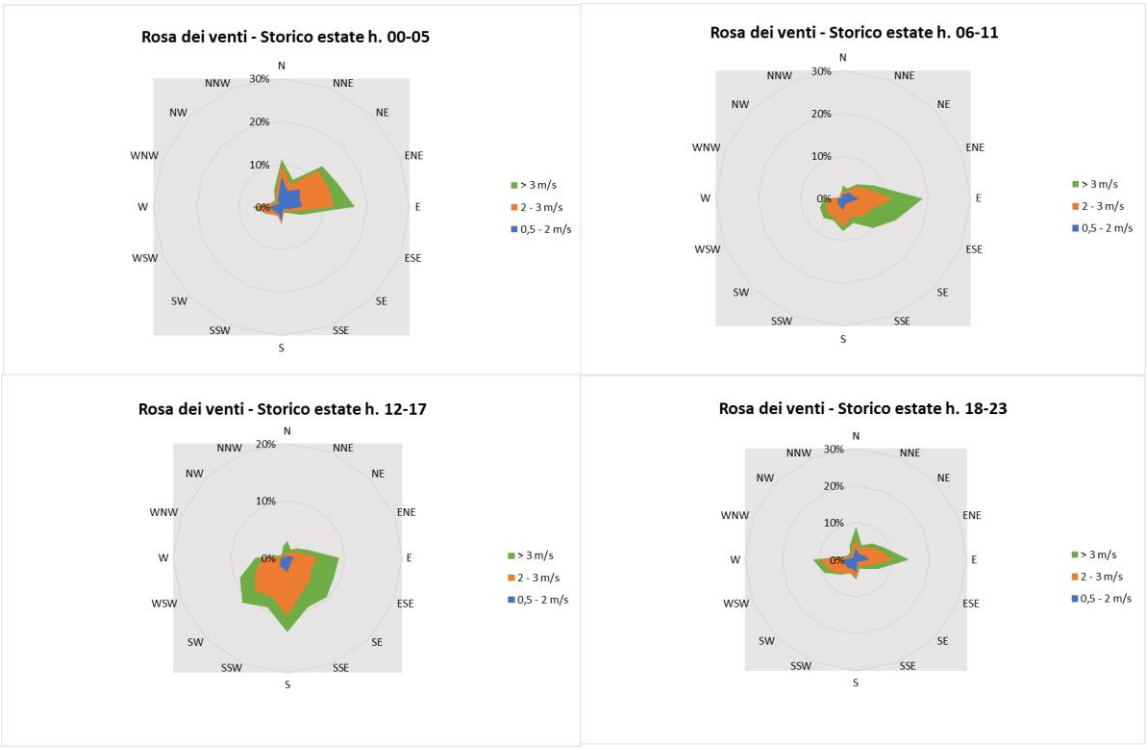

Figura 2-12 Regime anemometrico estivo nei 4 intervalli orari di riferimento (Fonte: elaborazione dati stazione di Milano Linate)

Relativamente alla stagione estiva, si osserva la tendenza dei venti a spirare con maggiore frequenza da E. La distribuzione di velocità dei venti è simile a quella vista precedentemente.

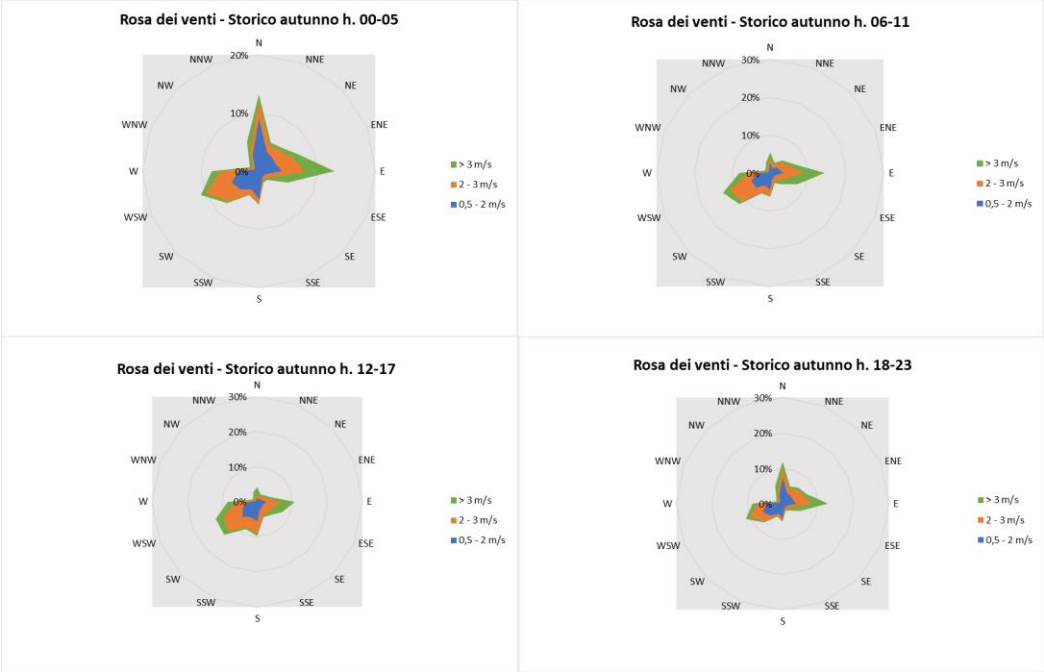

Figura 2-13 Regime anemometrico autunnale nei 4 intervalli orari di riferimento (Fonte: elaborazione dati stazione di Milano Linate)

Infine, relativamente alla stagione autunnale, l'andamento dei venti e le velocità ad essi associate sono pressoché uguali alle altre stagioni.

2.2 Il dato attuale

Per la descrizione meteo-climatica dell'area di studio allo stato attuale sono stati elaborati i risultati derivanti dall'applicazione della modellistica meteorologica per la ricostruzione del campo di vento e dei parametri meteo, effettuata con il processore CALMET, successivamente descritto.
Tali dati sono riferiti al periodo in cui vengono svolte le modellazioni di dispersione e cioè l'intero anno 2023, in coerenza ai dati di qualità dell'aria assunti come fondo di riferimento (cfr. par. 4.5).

Come dati di input per l'applicazione del modello CALMET, sono stati utilizzati i dati registrati dalle seguenti stazioni meteoclimatiche:

- stazioni sinottiche:
  - stazioni di superficie SYNOP ICAO:
    - MALPENSA LIMC 160660 [45,630997°N – 8,727976°E];
    - LINATE LIML 160800 [45,444995°N – 9,276998°E];
  - stazione di radiosondaggi SYNOP ICAO:
    - 16064 – Cameri profilo [45,529997°N – 8,669989°E];
- stazioni sito specifiche da reti regionali/provinciali:
  - Corsico [45,436111°N – 9,097411°E] rete ARPA Lombardia;
  - Rho Scalo Fiorenza [45,517288°N – 9,091611°E] rete ARPA Lombardia.

Di seguito si analizzano in dettaglio alcuni parametri meteo, quali temperatura e regime anemometrico.

2.2.1 Regime termico

La tabella e la figura seguente riportano i dati di temperatura massimi, medi e minimi assoluti mensili relativi al sito nel quale è ubicata l'opera di progetto, ricavati secondo la metodologia sopra indicata.

Mese	T min [°C]	T media [°C]	T max [°C]
Gennaio	-2,31	5,25	14,73
Febbraio	-4,83	6,83	21,11
Marzo	1,09	11,35	22,03
Aprile	3,6	13,73	23,11
Maggio	9,79	18,07	28,51
Giugno	15,92	23,81	33,71
Luglio	17,41	25,69	35,57
Agosto	15,25	25,75	37,24
Settembre	10,91	21,43	30,51
Ottobre	7,76	17,06	29,43
Novembre	0,04	8,56	17,97
Dicembre	-2,17	5,63	18,24

Tabella 2-2 Temperatura minima, media e massima mensile 2023

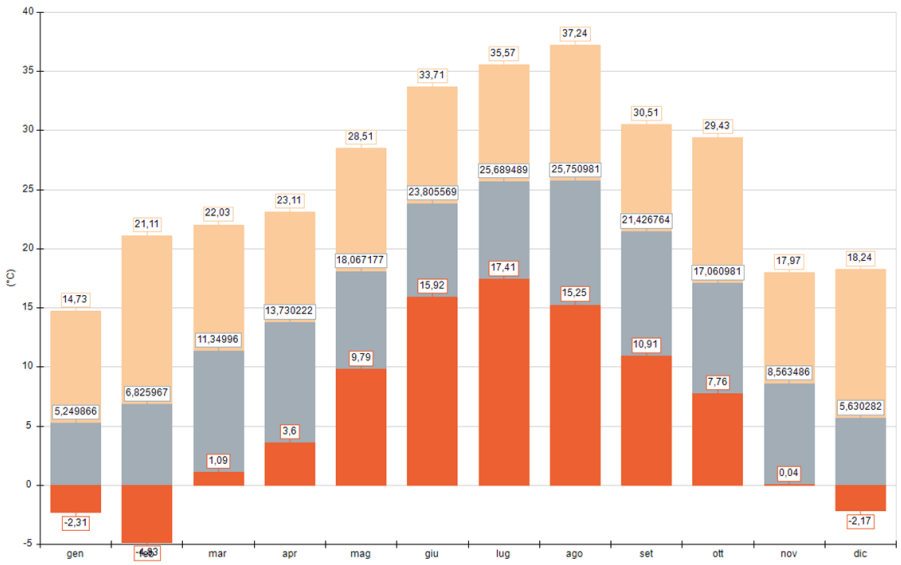

Figura 2-14 Temperatura minima, media e massima mensile 2023

Dai valori sopra riportati emerge nell'intero anno una temperatura media di circa 15 °C, con picchi di caldo nel mese di agosto che raggiungono i 37°C circa e picchi di freddo in inverno che nel mese di febbraio raggiungono quasi i -5°C.

2.2.2 Regime anemometrico

Per la caratterizzazione anemometrica del sito in esame sono riportati, per ogni mese e per l'intero anno, i valori di velocità del vento, in m/s, medi, massimi e minimi e la rosa dei venti relativa all'elaborazione dei dati annuali.

Mese	V min [m/s]	V media [m/s]	V max [m/s]
Gennaio	0,03	1,02	4,03
Febbraio	0,03	1,40	5,29
Marzo	0,03	1,43	5,77
Aprile	0,03	1,64	4,59
Maggio	0,08	1,55	3,97
Giugno	0,05	1,71	6,37
Luglio	0,02	1,44	3,96
Agosto	0,05	1,44	5,19
Settembre	0,07	1,15	4,29
Ottobre	0,02	1,11	5,72
Novembre	0,07	1,22	5,94
Dicembre	0,03	0,98	5,83

Tabella 2-3 Velocità del vento minima, media e massima mensile 2023

Dalla tabella sopra riportata si può osservare che il minimo valore di velocità del vento è pari a 0,02 m/s, mentre in termini di media annua si registra invece un valore di circa 1,3 m/s.
In considerazione delle variazioni del vento in funzione della stagionalità, il massimo valore di velocità del vento si registra nel mese di giugno in cui vengono raggiunti circa 6,4 m/s.

Rispetto alla direzione del vento, si può fare riferimento alla rosa dei venti sotto riportata, dalla quale si rileva che le direzioni prevalenti di provenienza del vento risultano essere est e ovest.

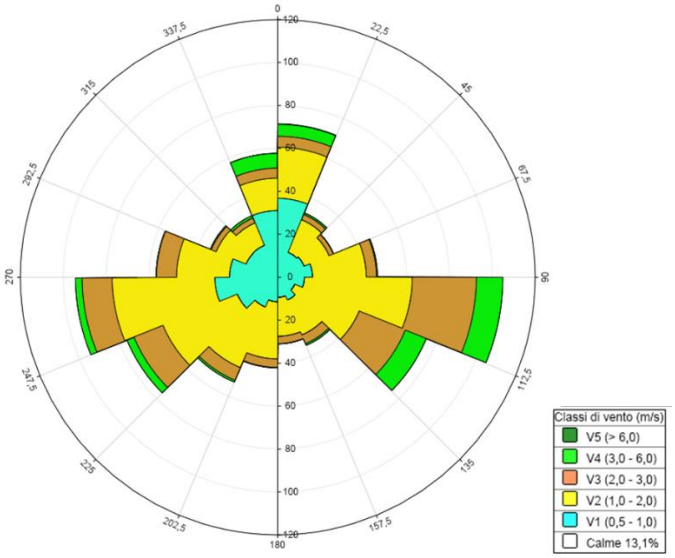

Figura 2-15 Rosa dei venti annuale, direzione di provenienza, anno 2023

2.3 Confronto tra il dato storico e l'anno di riferimento

Ciò che si intende valutare nel presente paragrafo è la significatività del dato attuale utilizzato per le simulazioni modellistiche rispetto alle condizioni meteorologiche che generalmente si verificano nell'area di interesse. Con tale verifica sarà quindi evidenziato come il dato di riferimento sia conforme al dato storico, non rappresentando così un "outlier" rispetto alla media storica meteorologica analizzata nell'area in esame.

Il confronto è stato condotto in relazione ai parametri principali influenzanti le simulazioni modellistiche citate, ossia il regime termico ed il regime anemometrico.

Alla luce dei dati analizzati è possibile constatare che rispetto al regime termico le temperature medie annue risultano pressoché coerenti registrando valori compresi tra 3,4 °C e 25,2°C nel periodo storico e tra 5,2°C e 25,8°C nel 2023. Allo stesso modo è possibile ritenere confrontabile la direzione del vento la cui provenienza è principalmente registrata da est e ovest.

Stante ciò è possibile evidenziare una buona corrispondenza del dato attuale, utilizzato per le simulazioni modellistiche, al dato storico e pertanto considerare attendibile tale intervallo di analisi, corrispondente all'anno 2023.

3 Analisi delle emissioni

3.1 Emissioni a livello nazionale

Con riferimento all'Inventario Nazionale delle Emissioni in Atmosfera del 2024, realizzato dall'ISPRA, è stato possibile delineare il quadro nazionale italiano delle emissioni in atmosfera per il periodo compreso tra il 1990 ed il 2022 relativo ai principali inquinanti d'interesse per la componente in esame, ossia gli ossidi di azoto (NOx), il particolato (PM10 e PM2,5) e il monossido di carbonio (CO).

Si riportano di seguito le emissioni prodotte dalle macro - attività considerate nell'Inventario Nazionale ("Italian Emission Inventory 1990-2022 Informative Inventory Report 2024").

Inventario Nazionale Italiano- Emissioni 1990-2022										
Emissioni di NOx [Gg]:										
Macro-Attività	**1990**	**1995**	**2000**	**2005**	**2010**	**2015**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**
Combustione nei settori dell'energia e della trasformazione	457,4	344,3	172,6	117,9	81,3	52,4	38,7	34,0	35,8	38,9
Combustione impianti non industriale	64,2	65,5	64,8	74,9	85,5	86,2	86,1	82,9	85,3	77,6
Combustione industriale	250,6	182,4	154,0	155,5	100,2	60,3	52,4	45,9	49,9	51,8
Processi produttivi	29,9	31,0	9,2	16,0	10,7	9,5	10,5	9,3	10,3	10,4
Solventi e altri usi del prodotto	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Trasporti stradali	996,1	1039,5	786,8	629,1	432,2	346,0	282,5	221,8	251,1	251,5
Altre fonti mobili e macchine	261,5	258,5	262,7	235,2	190,1	137,6	145,2	1448,0	120,7	143,4
Trattamento e smaltimento rifiuti	3,0	2,9	2,6	2,7	2,5	2,3	2,2	22,0	2,3	2,2
Agricoltura	61,7	64,1	63,3	59,6	49,3	50,7	48,8	55,0	52,6	44,1
TOTALE	2124,5	1988,3	1516,2	1291,2	952,0	745,2	666,6	596,0	608,1	620,1

Tabella 3-1 Emissioni nazionali di NO_x (Fonte: Italian Emission Inventory 1990-2022 Informative Inventory Report 2024- ISPRA)

Inventario Nazionale Italiano- Emissioni 1990-2022										
Emissioni di PM10 [Gg]:										
Macro-Attività	**1990**	**1995**	**2000**	**2005**	**2010**	**2015**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**
Combustione nei settori dell'energia e della trasformazione	44,8	39,6	18,4	5,9	2,8	1,2	0,7	0,6	0,6	0,7
Combustione impianti	67,8	71,2	68,6	68,6	123,1	106,8	94,0	89,9	101,5	93,2

Inventario Nazionale Italiano- Emissioni 1990-2022										
Emissioni di PM10 [Gg]:										
Macro-Attività	**1990**	**1995**	**2000**	**2005**	**2010**	**2015**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**
non industriale										
Combustione industriale	27,6	25,1	18,6	17,9	12,4	7,7	7,3	6,7	7,6	7,9
Processi produttivi	70,0	70,3	63,5	72,5	76,9	45,3	38,5	41,1	40,6	41,1
Estrazione e distribuzione di combustibili fossili	0,7	0,6	0,6	0,8	0,7	0,6	0,3	0,2	0,3	0,4
Solvente ed altri usi del prodotto	5,9	6,1	6,6	7,1	6,6	5,3	6,2	6,2	6,5	5,9
Trasporti stradali	59,9	58,9	53,4	48,4	35,6	27,3	21,4	16,8	19,7	20,6
Altre fonti mobili e macchine	31,6	32,1	30,8	25,3	16,8	10,4	10,6	10,8	8,1	9,3
Trattamento e smaltimento rifiuti	4,8	5,1	5,0	5,1	4,3	4,7	5,4	5,4	5,7	5,7
Agricoltura	32,5	33,2	32,0	28,9	21,4	21,5	21,7	21,7	21,6	21,0
TOTALE	345,6	342,2	297,5	280,3	300,6	230,9	206,2	199,6	212,2	205,7

Tabella 3-2 Emissioni nazionali di PM10 (Fonte: Italian Emission Inventory 1990-2022 Informative Inventory Report 2024- ISPRA)

Inventario Nazionale Italiano- Emissioni 1990-2022										
Emissioni di PM2,5 [Gg]:										
Macro-Attività	**1990**	**1995**	**2000**	**2005**	**2010**	**2015**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**
Combustione nei settori dell'energia e della trasformazione	30,1	27,8	12,7	3,7	1,8	0,8	0,5	0,4	0,4	0,5
Combustione impianti non industriale	66,9	70,5	67,9	67,8	121,8	105,6	92,8	88,8	100,2	92,0
Combustione industriale	19,9	18,3	14,0	13,6	9,8	6,3	6,1	5,6	6,4	6,5
Processi produttivi	18,2	17,7	15,2	16,6	15,4	10,0	8,7	8,4	9,1	8,8
Estrazione e distribuzione di combustibili fossili	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Solventi ed altri usi del prodotto	4,7	4,8	5,1	5,4	5,0	4,1	4,6	4,6	4,8	4,4
Trasporti stradali	53,7	51,9	45,8	40,1	27,9	19,6	14,5	11,2	12,9	13,4
Altre fonti mobili e macchine	31,5	32,0	30,7	25,2	16,8	10,4	10,6	10,8	8,1	9,3
Trattamento e	4,7	5,0	4,9	5,0	4,2	4,7	5,3	5,4	5,7	5,6

Inventario Nazionale Italiano- Emissioni 1990-2022										
Emissioni di PM2,5 [Gg]:										
Macro-Attività	**1990**	**1995**	**2000**	**2005**	**2010**	**2015**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**
smaltimento rifiuti										
Agricoltura	6,1	6,0	5,9	5,2	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,6
TOTALE	236,0	234,2	202,3	182,7	206,5	165,4	147,1	139,1	151,3	144,2

Tabella 3-3 Emissioni nazionali di PM2,5 (Fonte: Italian Emission Inventory 1990-2022 Informative Inventory Report 2024- ISPRA)

Inventario Nazionale Italiano- Emissioni 1990-2022										
Emissioni di CO [Gg]:										
Macro-Attività	**1990**	**1995**	**2000**	**2005**	**2010**	**2015**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**
Combustione nei settori dell'energia e della trasformazione	58,9	54,1	54,4	53,9	34,5	39,9	38,6	39,0	34,5	30,9
Combustione impianti non industriale	795,1	894,0	913,1	930,4	1.664,9	1.395,4	1.267,7	1.204,6	1,356,8	1,243,9
Combustione industriale	305,6	410,9	314,6	326,0	233,6	95,3	112,8	88,4	99,9	94,5
Processi produttivi	223,7	139,8	129,2	143,6	105,0	63,6	69,6	56,8	66,0	58,6
Solventi e altri usi del prodotto	5,1	5,1	5,7	5,3	5,1	4,4	4,0	3,9	3,9	3,9
Trasporti stradali	4.874,5	5.126,1	3.009,5	1.689,8	7.577,0	470,3	348,3	261,4	280,3	280,3
Altre fonti mobili e macchine	480,5	402,5	303,6	264,0	195,2	133,9	126,6	129,6	112,8	111,3
Trattamento e smaltimento rifiuti	61,7	67,7	65,9	72,5	68,5	68,6	65,1	66,6	66,0	60,6
Agricoltura	18,5	18,0	18,1	16,2	11,5	11,1	10,2	10,2	10,7	9,9
TOTALE	6.823,6	7.118,3	4.814,0	3.501,7	3.076,0	2,282,5	2.043,0	1.860,5	2.030,9	1.894,0

Tabella 3-4 Emissioni nazionali di CO (Fonte: Italian Emission Inventory 1990-2022 Informative Inventory Report 2024- ISPRA)

3.2 Emissioni a livello regionale

Con riferimento all'"Inventario delle Emissioni Regionale Anno 2021" fornito da Arpa Lombardia, è stato possibile effettuare l'analisi emissiva del territorio circostante l'area in esame a livello regionale.

La redazione e l'aggiornamento dell'inventario regionale delle emissioni in atmosfera in Lombardia è effettuato mediante il sistema informatico INEMAR (INventario EMissioni in ARia), prodotto nell'ambito del Piano Regionale Qualità dell'Aria (PRQA) e, a partire dal 2002, gestito e sviluppato da ARPA Lombardia[2].

Le informazioni raccolte nel sistema INEMAR sono costituite dalle numerose variabili necessarie per la stima delle emissioni: indicatori di attività (consumo di combustibili, consumo di vernici, quantità di rifiuti incenerita o depositata in discarica, quantità di metalli processati in fonderia ed in generale qualsiasi parametro che tracci l'attività emissiva), fattori di emissione, dati statistici necessari per la disaggregazione spaziale e temporale delle emissioni.
Con il sistema INEMAR sono stati realizzati gli inventari delle emissioni in atmosfera in Lombardia per gli anni 1997, 2001, 2003, 2005, 2007, 2008, 2010, 2012, 2014, 2017, 2019 e 2021 relativamente ai principali macroinquinanti di interesse ai fini del risanamento della qualità dell'aria (SO_2, NOX, COVNM, CO, NH_3, PM2,5, PM10, PTS) e dei gas climalteranti di interesse per il loro effetto sul riscaldamento globale (CO_2, CH_4, N_2O).

La Tabella 3-5 e la Figura 3-1 illustrano in sintesi i dati dell'inventario 2021, riportando, in valore assoluto e percentuale, il contributo delle diverse fonti alle emissioni degli inquinanti di interesse per il progetto in esame (NOx, CO, PM2,5 e PM10), raggruppate in macrosettori[3].
Come si può osservare, le sorgenti più rilevanti sono: il trasporto su strada, la produzione di energia, gli impianti di riscaldamento, le attività industriali e quelle agricole; i pesi delle differenti fonti variano in relazione al contesto territoriale e all'inquinante che si considera.

	NOx	**CO**	**PM2,5**	**PM10**
Macrosettore	**t/anno**	**t/anno**	**t/anno**	**t/anno**
1-Produzione energia e trasform. combustibili	8.444	4.897	164	165
2-Combustione non industriale	10.857	57.970	6.481	6.636
3-Combustione nell'industria	15.955	11.016	755	996
4-Processi produttivi	1.609	29.324	375	720
5-Estrazione e distribuzione combustibili	-	-	-	-
6-Uso di solventi	255	202	637	726
7-Trasporto su strada	42.874	54.980	2.284	3.344
8-Altre sorgenti mobili e macchinari	11.559	4.174	561	562
9-Trattamento e smaltimento rifiuti	2.276	1.015	9	10
10-Agricoltura	701		267	715
11-Altre sorgenti e assorbimenti	292	6.504	871	969
Totale	**94.822**	**170.083**	**12.404**	**14.842**

[2] Il sistema INEMAR è stato realizzato secondo la metodologia internazionale per la stima delle emissioni elaborata nell'ambito del progetto europeo CORINAIR (CooRdination Information AIR), raccolte ed aggiornate in successive versioni dell'EMEP/EEA Emission Inventory Guidebook.
[3] Il sistema INEMAR stima gli inquinanti emessi dalle numerose sorgenti codificate secondo la nomenclatura internazionale SNAP (Selected Nomenclature for Air Pollution), organizzate in modo gerarchico in 11 macrosettori, 84 settori e 591 attività.

Tabella 3-5 Emissioni degli inquinanti di interesse in Lombardia nel 2021 ripartite per macrosettore (Fonte: INEMAR ARPA LOMBARDIA)

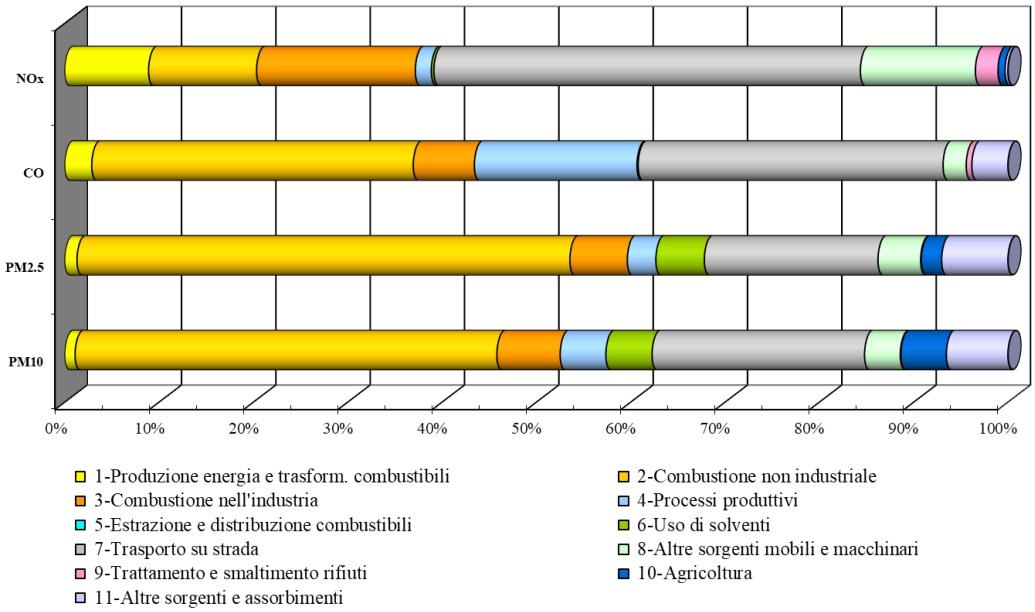

Figura 3-1 Grafico emissioni percentuali degli inquinanti di interesse in Lombardia nel 2021 ripartite per macrosettore (Fonte: INEMAR ARPA LOMBARDIA)

3.3 Emissioni a livello provinciale

Facendo sempre riferimento all'"Inventario delle Emissioni Regionale Anno 2021" fornito da Arpa Lombardia, è stato possibile effettuare l'analisi emissiva del territorio circostante l'area in esame a livello provinciale.

La Tabella 3-6 e la Figura 3-2 illustrano in sintesi i dati dell'inventario 2021, riportando, in valore assoluto e percentuale, il contributo delle diverse fonti alle emissioni degli inquinanti di interesse per il progetto in esame, raggruppate in macrosettori.

	NOx	**CO**	**PM2,5**	**PM10**
Macrosettore	**t/anno**	**t/anno**	**t/anno**	**t/anno**
Produzione energia e trasform. combustibili	1.141	1.411	22	22
Combustione non industriale	2.660	5.664	487	497
Combustione nell'industria	1.367	455	118	153
Processi produttivi	37	291	66	93
Estrazione e distribuzione combustibili	-	-	-	-
Uso di solventi	136	109	126	146
Trasporto su strada	13.309	16.938	691	1.007
Altre sorgenti mobili e macchinari	801	400	36	36

	NOx	CO	PM2,5	PM10
Macrosettore	**t/anno**	**t/anno**	**t/anno**	**t/anno**
Trattamento e smaltimento rifiuti	261	63	2	2
Agricoltura	139		6	16
Altre sorgenti e assorbimenti	81	1.723	263	291
Totale	**19.933**	**27.053**	**1.816**	**2.263**

Tabella 3-6 Emissioni degli inquinanti di interesse in provincia di Milano nel 2021 ripartite per macrosettore (Fonte: INEMAR ARPA LOMBARDIA)

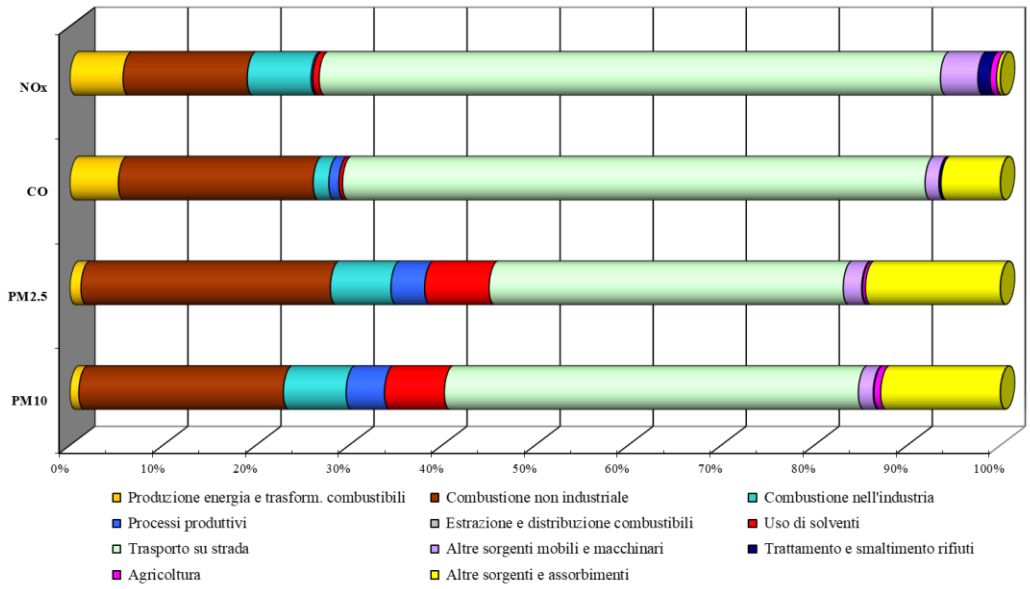

Figura 3-2 Grafico emissioni percentuali degli inquinanti di interesse in provincia di Milano nel 2021, ripartite per macrosettore (Fonte: INEMAR ARPA LOMBARDIA)

3.4 Emissioni di gas serra

3.4.1 Emissioni a livello nazionale

L'ISPRA, l'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, è responsabile della redazione dell'inventario nazionale delle emissioni di gas serra, attraverso la raccolta, l'elaborazione e la diffusione dei dati. L'inventario viene correntemente utilizzato per verificare il rispetto degli impegni che l'Italia ha assunto a livello internazionale nell'ambito della Convenzione quadro sui cambiamenti climatici.

Nel caso in esame attraverso i dati forniti dall'ISPRA sulle emissioni, è stato possibile ricavare le emissioni dei gas ad effetto serra, ed in particolare di CO_2, generate dal trasporto sul territorio nazionale.

Il documento preso come riferimento, fornito dall'ISPRA è il "National Inventory Report 2024", dal quale è stato possibile individuare i valori medi annui delle emissioni di gas serra, espressi come CO_2 equivalente, generate dal 1990 al 2022.

GHG emissions	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2019	2020	2021	2022
kt CO_2 equivalente										
CO_2 excluding net CO_2 from LULUCF	438.208	448.596	469.598	501.366	435.701	361.246	339.641	302.614	335.92	340.904
CO_2 including net CO_2 front LULUCF	432.937	424.242	448.286	466.925	395.419	318.828	301.38	274.409	310.024	318.796
CH_4 excluding CH_4 from LULUCF	54.971	57.026	57.698	54.806	52.874	49.37	46.685	47.402	47.036	45.714
CH_4 including CH_4 from LULUCF	55.691	57.196	58.098	54.973	53.071	49.518	46.787	47.588	47.525	46.072
N_2O excluding N_2O from LULUCF	24.475	26.416	27.183	26.337	18.305	17.101	16.897	17.570	17.457	15.738
N_2O including N_2O from WLUCF	25.383	27.212	27.872	26.925	18.707	17.436	17.354	18.090	18.076	16.288
HFCS	372	1.100	3.747	9.666	12.805	12.082	11.089	9.971	9.411	9.085
PFCS	2.615	1.351	1.363	1.759	1.377	1.529	915	499	395	439
Unspecified mix Of HFCs and PFCs	NO.NA	24	24	24	24	24	23	22	25	22
SF_6	421	700	621	565	405	483	438	252	282	390
NF_3	NA.NO	77	13	33	20	28	18	16	15	20
Total (excluding LULUCF, with CO_2 indirect)	1.311	1.211	1.073	1.041	860	692	786	705	740	728
Total (including LULUCF, with CO_2 indirect)	522.373	536.500	561.322	595.598	522.371	442.557	416.493	379.051	411.282	413.041

Tabella 3-7 Emissioni nazionali di CO_2 (Fonte: Inventario nazionale delle emissioni di gas serra 2024 - ISPRA)

3.4.2 Emissioni a livello regionale

Con riferimento all'"Inventario delle Emissioni Regionale Anno 2021" fornito da Arpa Lombardia, è stato possibile effettuare l'analisi delle emissioni dei gas climalteranti (CO_2, CH_4, N_2O) del territorio circostante l'area in esame a livello regionale.

In Tabella 3-8 e la Figura 3-3 sono stati riportati i dati dell'inventario 2021, rispettivamente in valore assoluto e percentuale, il contributo delle diverse fonti alle emissioni degli inquinanti di interesse, raggruppate in macrosettori.

	CH_4	**CO_2**	**N_2O**	**CO_2 eq**
Macrosettore	**t/anno**	**kt/anno**	**t/anno**	**kt/anno**
1-Produzione energia e trasform. combustibili	1.425	13.969	256	14.081
2-Combustione non industriale	4.018	14.599	573	14.870
3-Combustione nell'industria	614	11.287	266	11.383
4-Processi produttivi	174	3.528	61	3.551
5-Estrazione e distribuzione combustibili	34.843	-	-	871
6-Uso di solventi	0	0	-	4.072
7-Trasporto su strada	975	15.598	534	15.781
8-Altre sorgenti mobili e macchinari	26	1.204	45	1.218
9-Trattamento e smaltimento rifiuti	60.804	1.733	389	3.369
10-Agricoltura	234.803	-	5.432	7.489
11-Altre sorgenti e assorbimenti	5.060	-3.612	10	-3.482
Totale	342.742	58.306	7.566	73.202

Tabella 3-8 Emissioni dei gas serra interesse in Lombardia nel 2021 ripartite per macrosettore (Fonte: INEMAR ARPA LOMBARDIA)

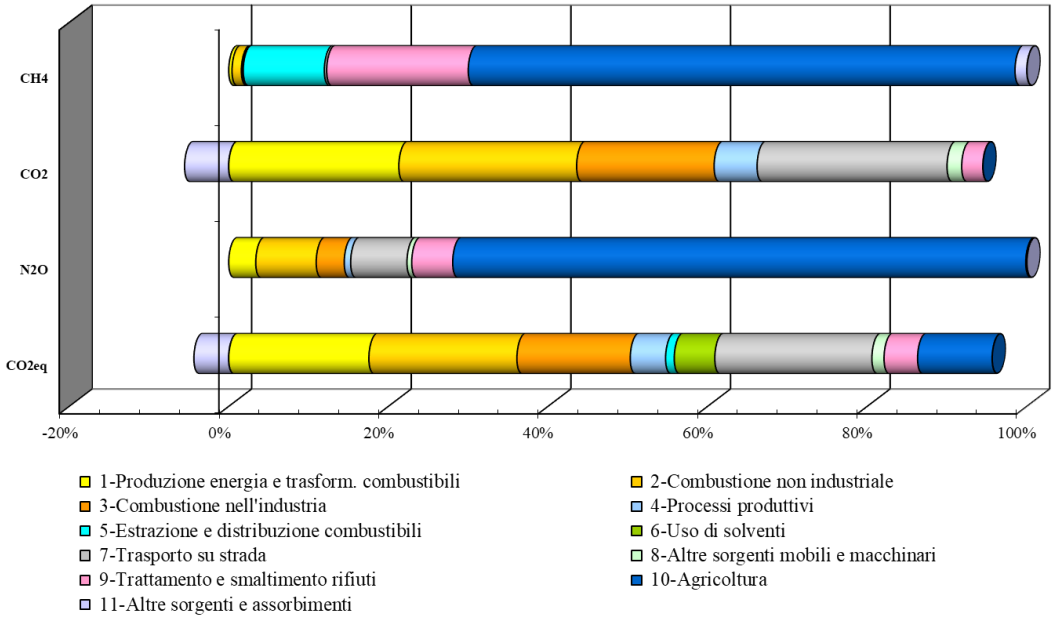

Figura 3-3 Grafico emissioni gas serra percentuali in Lombardia nel 2021 ripartite per macrosettore (Fonte: INEMAR ARPA LOMBARDIA)

3.4.3 Emissioni a livello provinciale

Facendo sempre riferimento all'"Inventario delle Emissioni Regionale Anno 2021" fornito da Arpa Lombardia, è stato possibile effettuare l'analisi delle emissioni di gas serra del territorio circostante l'area in esame a livello provinciale.

In tabella e figura seguenti sono stati riportati i dati dell'inventario, rispettivamente in valore assoluto e percentuale, il contributo delle diverse fonti alle emissioni dei gas serra, raggruppate in macrosettori.

	CH_4	CO_2	N_2O	CO_2 eq
Macrosettore	**t/anno**	**kt/anno**	**t/anno**	**kt/anno**
1-Produzione energia e trasform. combustibili	280	2.237	11	2.247
2-Combustione non industriale	468	4.021	95	4.061
3-Combustione nell'industria	24	1.536	11	1.540
4-Processi produttivi	4	78	1	78
5-Estrazione e distribuzione combustibili	11.565	-	-	289
6-Uso di solventi	-	-	-	1.316
7-Trasporto su strada	296	4.803	163	4.858
8-Altre sorgenti mobili e macchinari	2	104	3	105
9-Trattamento e smaltimento rifiuti	14.155	293	141	688

	CH_4	CO_2	N_2O	CO_2 eq
Macrosettore	**t/anno**	**kt/anno**	**t/anno**	**kt/anno**
10-Agricoltura	13.931	-	484	492
11-Altre sorgenti e assorbimenti	121	-10	3	-6
Totale	40.846	13.062	910	15.670

Tabella 3-9 Emissioni gas serra in provincia di Milano nel 2021 ripartite per macrosettore (Fonte: INEMAR ARPA LOMBARDIA)

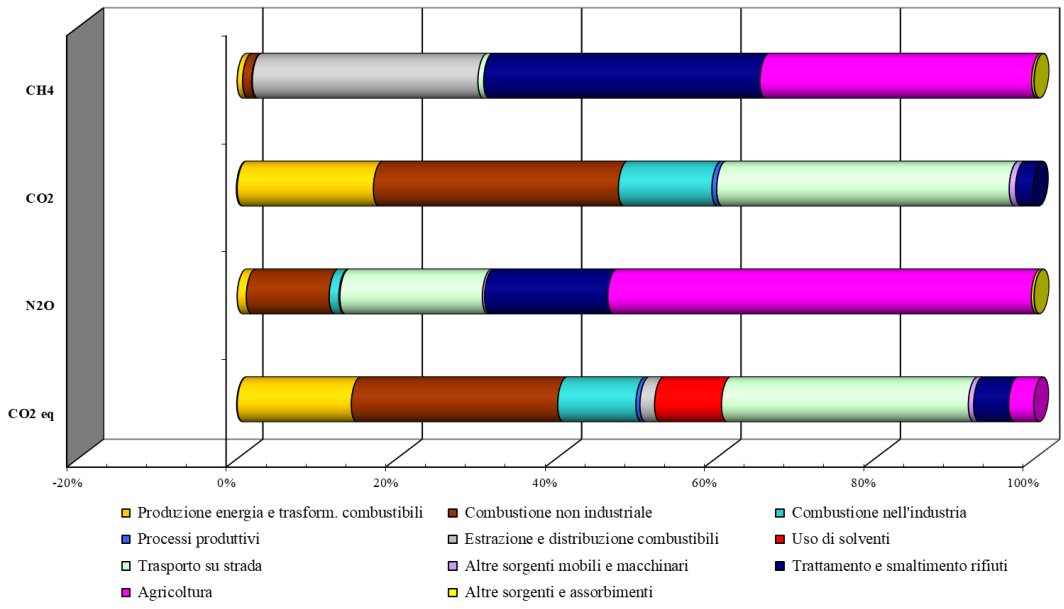

Figura 3-4 Grafico emissioni gas serra percentuali in provincia di Milano nel 2021, ripartite per macrosettore (Fonte: INEMAR ARPA LOMBARDIA)

4 Analisi della qualità dell'aria

4.1 Normativa di riferimento

Il quadro normativo europeo

L'Unione Europea ha emanato una serie di direttive al fine di controllare il livello di alcuni inquinanti in aria. In particolare:

- Direttiva 96/62/CE relativa alla "valutazione e gestione della qualità dell'aria ambiente"; stabilisce il contesto entro il quale effettuare la valutazione e la gestione della qualità dell'aria secondo criteri armonizzati in tutti i paesi dell'unione europea (direttiva quadro), demandando poi a direttive "figlie" la definizione dei parametri tecnico-operativi specifici per gruppi di inquinanti;
- Direttiva 99/30/CE relativa ai "valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo", stabilisce i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo (prima direttiva figlia);
- Direttiva 00/69/CE relativa ai "valori limite di qualità dell'aria ambiente per benzene ed il monossido di carbonio", stabilisce i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio (seconda direttiva figlia);
- Direttiva 02/03/CE relativa all'"ozono nell'aria" (terza direttiva figlia);
- Direttiva 2001/81/CE relativa ai limiti massimi per le emissioni annue degli Stati membri di biossido di zolfo (SO_2), ossidi di azoto (NOx), composti organici volatili non metanici (COV) e ammoniaca (NH_3);
- Direttiva 04/107/CE relativa all'"arsenico, cadmio, mercurio, nichel e idrocarburi policiclici aromatici in aria" che fissa il valore obiettivo per la concentrazione nell'aria ambiente di arsenico, cadmio, mercurio, nichel e idrocarburi policiclici aromatici;
- Direttiva 08/50/CE 107/CE relativa alla "qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa". Ha abrogato tutte le direttive sopra citate tranne la 2004/107/CE ribadendone, di fatto, i contenuti ed aggiungendo il PM2,5 tra gli inquinanti da monitorare.
- Direttiva Europea UE 2016/2284 pubblicata sulla GU.U.E. del 17/12/2016 ed entrata in vigore il 31.12.2016. La cosiddetta "NEC" stabilisce i nuovi obiettivi strategici per il periodo fino al 2030, con l'intento di progredire verso l'obiettivo di miglioramento di lungo termine dell'Unione attraverso l'indicazione di percentuali di riduzione delle emissioni nazionali dal 2020 al 2029 e poi a partire dal 2030.

Il quadro normativo nazionale

L'emanazione dei diversi decreti di recepimento delle direttive europee ha contribuito a razionalizzare il quadro di riferimento e a qualificare gli strumenti di controllo e pianificazione del territorio. I principali riferimenti sono:

- Il D.Lgs. 351 del 4 agosto 1999 recepisce la direttiva 96/62/CE e costituisce quindi il riferimento "quadro" per l'attuale legislazione italiana;
- Il D.M. 60 del 2 aprile 2002 è la norma che recepisce la prima e la seconda direttiva figlia; definisce, infatti, per gli inquinanti di cui al gruppo I del D.Lgs. 351/1999 con l'aggiunta di benzene e monossido di carbonio (CO); i valori limite e le soglie di allarme, il margine di tolleranza, il termine entro il quale il

limite deve essere raggiunto, i criteri per la raccolta dei dati di qualità dell'aria compreso il numero di punti di campionamento, i metodi di riferimento per le modalità di prelievo e di analisi;

- Il D.M. 261 del 1° ottobre 2002 individua le modalità di valutazione preliminare della qualità dell'aria lì dove mancano i dati e i criteri per l'elaborazione di piani e programmi per il raggiungimento dei limiti previsti nei tempi indicati dal D.M. 60/2002;
- Il D.Lgs. 183 del 21 maggio 2004, recepisce la direttiva europea 02/03/CE riguardante l'ozono in atmosfera (terza direttiva figlia), in particolare indica "valori bersaglio" da raggiungere entro il 2010, demanda a Regioni e Province autonome la definizione di zone e agglomerati in cui la concentrazione di ozono superi il valore bersaglio; per tali zone dovranno essere adottati piani e programmi per il raggiungimento dei valori bersaglio. Piani e programmi dovranno essere redatti sulla base delle indicazioni del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare. La normativa riporta anche valori a lungo termine (al disotto dei quali non ci si attende alcun effetto sulla salute), soglie di informazione (valori al di sopra dei quali possono esserci rischi per gruppi sensibili) e soglie di allarme (concentrazioni che possono determinare effetti anche per esposizioni a breve termine);
- Il D.Lgs. 171 del 21 maggio 2004, recepisce la direttiva europea 2001/81/CE, riguardante i limiti massimi per le emissioni annue degli Stati membri, individua gli strumenti per assicurare che le emissioni nazionali annue per il biossido di zolfo, per gli ossidi di azoto, per i composti volatili e per l'ammoniaca, rispettino entro il 2010 e negli anni successivi i limiti nazionali di emissione;
- Il D.Lgs. 152/2007 (che recepisce la direttiva 2004/107/CE) è l'ultima norma figlio emanata e si riferisce ad un gruppo di inquinanti (l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA), per cui non è ancora possibile una misura in continuo e che si trovano prevalentemente all'interno del particolato sottile. Anche in questo caso vengono stabiliti i limiti di qualità dell'aria, le modalità di misura e le informazioni da fornire al pubblico.

L'insieme di tutte queste norme costituisce la base normativa su cui si fonda il controllo e la gestione attuale della qualità dell'aria.

Il D.Lgs. 155/2010, "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa", recepisce la Direttiva 2008/50/CE 107/CE. Quest'unica norma sostituisce sia la legge quadro (D.Lgs. 351/99) sia i decreti attuativi (che fornivano modalità di misura, indicazioni sul numero e sulla collocazione delle postazioni di monitoraggio, limiti e valori di riferimento per i diversi inquinanti) ribadendo i fondamenti del controllo dell'inquinamento atmosferico e i criteri di monitoraggio e introducendo, in base alle nuove evidenze epidemiologiche, tra gli inquinanti da monitorare anche il PM2,5, ormai ben noto per la sua pericolosità.

Nella tabella seguente vengono riportati il riepilogo degli adeguamenti normativi stabiliti dal D.Lgs. 155/2010.

Inquinante	Indicatore Normativo	Periodo di mediazione	Valore stabilito	Margine tolleranza	N° sup. consentiti	Data risp. limite
Biossido di Zolfo SO_2	Valore limite protezione salute umana	1 ora	350 µg/m^3	-	24	in vigore dal 1° gennaio 2005
	Valore limite protezione salute umana	24 ore	125 µg/m^3	-	3	in vigore dal 1° gennaio 2005
	Soglia di allarme	3 ore consecutive in una stazione	500 µg/m^3	-	-	-

Inquinante	Indicatore Normativo	Periodo di mediazione	Valore stabilito	Margine tolleranza	N° sup. consentiti	Data risp. limite
		con rappresentatività > 100 kmq				
	Livelli critici per la vegetazione	anno civile e inverno	20 µg/m³	-	-	in vigore dal 19 luglio 2001
Biossido di azoto NO_2	Valore limite protezione salute umana	1 ora	200 µg/m³	-	18	in vigore dal 1° gennaio 2010
	Valore limite protezione salute umana	anno civile	40 µg/m³	-	-	in vigore dal 1° gennaio 2010
	Soglia di allarme	3 ore consecutive in una stazione con rappresentatività > 100 kmq	400 µg/m³	-	-	-
Ossidi di azoto NO_X	Livelli critici per la vegetazione	anno civile	30 µg/m³	-	-	in vigore dal 19 luglio 2001
Particolato PM10	Valore limite protezione salute umana	24 ore	50 µg/m³	-	35	in vigore dal 1° gennaio 2005
	Valore limite protezione salute umana	anno civile	40 µg/m³	-	-	in vigore dal 1° gennaio 2005
Particolato fine PM2,5	Valore limite protezione salute umana	anno civile	25 µg/m³	-	-	in vigore dal 1° gennaio 2015
Piombo	Valore limite protezione salute umana	anno civile	0,5 µg/m³	-	-	-
Benzene	Valore limite protezione salute umana	anno civile	5 µg/m³	-	-	1° gennaio 2010
Monossido di carbonio	Valore limite protezione salute umana	massima media su 8h consecutive	10 mg/m³	-	-	in vigore dal 1° gennaio 2015
Arsenico	Valore obiettivo	anno civile	6 ng/m³	-	-	-
Cadmio	Valore obiettivo	anno civile	5 ng/m³	-	-	-
Nichel	Valore obiettivo	anno civile	20 ng/m³	-	-	-
Benzo(a)pirene	Valore obiettivo	anno civile	1 ng/m³	-	-	-

Tabella 4-1 Valori limite, livelli critici, valori obiettivo, soglie di allarme per la protezione della salute umana per inquinanti diversi dall'ozono. (Fonte: Allegati XI e XIII D.Lgs. 155/2010)

4.2 La pianificazione territoriale di riferimento

Il D.Lgs. n. 155/2010 "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa", modificato con D.Lgs. n. 250/2012, DM 05 maggio 2015 e DM 26 gennaio 2017, è la normativa nazionale di riferimento per la pianificazione regionale in merito alla gestione della qualità dell'aria.
Il D. Lgs., attuando la Direttiva 2008/50/CE, riordina completamente la normativa in materia di gestione e tutela della qualità dell'aria, ed abroga e sostituisce le seguenti norme previgenti:

- D.Lgs. n. 351/1999 “Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e gestione della qualità dell’aria”;
- D.M. 2 aprile 2002, n. 60 “Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell’aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle di piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell’aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio”;
- Il D.Lgs. n. 183/2004 "Attuazione della direttiva 2002/3/CE relativa all'ozono nell'aria";
- Il D.Lgs. n. 152/2007 "Attuazione della direttiva 2004/107/CE concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente".

Le funzioni amministrative relative alla valutazione e alla gestione della qualità dell’aria ambiente competono allo Stato, alle Regioni e agli Enti locali.
La normativa regolamenta le concentrazioni in aria degli inquinanti: biossido di zolfo (SO_2), biossido di azoto (NO_2), ossidi di azoto (NOx), monossido di carbonio (CO), particolato (PM10 e PM2,5), piombo (Pb), benzene (C_6H_6), oltre alle concentrazioni di ozono (O_3) e ai livelli nel particolato PM10 di alcuni parametri, quali cadmio (Cd), nichel (Ni), arsenico (As), e Benzo(a)pirene (BaP).
I vincoli più generali sono il rispetto dei limiti di concentrazione per ciascun inquinante misurati tramite una rete di monitoraggio con stazioni fisse e mobili di misurazione rappresentative di ampie aree di territorio.
Il Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155 “Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa” stabilisce che l'intero territorio nazionale sia suddiviso in zone e agglomerati da classificare ai fini della valutazione della qualità dell'aria ambiente. Alla zonizzazione provvedono le Regioni e le Province autonome sulla base dei criteri indicati nello stesso decreto.

Il “Piano Regionale degli Interventi per la qualità dell’Aria” (PRIA) è stato approvato nel 2013 (con DGR n. 593 del 6/9/2013) ed è stato sottoposto a Valutazione Ambientale Strategica (VAS) conformemente a quanto previsto dalla norma. Con la DGR n. 6438/2017 è stato avviato il procedimento di aggiornamento del Piano, volto alla individuazione e alla attuazione di misure per la riduzione delle emissioni in atmosfera con il conseguente miglioramento dello stato della qualità dell’aria attraverso una maggiore specificazione delle azioni e un rilancio delle iniziative di medio e lungo periodo già previste dal vigente PRIA, oltreché ad un rafforzamento dell’azione complessiva negli ambiti di intervento già valutati nella procedura di VAS svolta nell’ambito del procedimento di approvazione del PRIA.

Tale aggiornamento è stato approvato nel 2018 e riconferma gli obiettivi del PRIA 2013, consistenti nel rientrare nei valori limite di qualità dell’aria nel più breve tempo possibile nelle zone di superamento degli inquinanti e nel preservare da peggioramenti le zone di rispetto. L’aggiornamento di Piano rappresenta dunque la risposta concreta di proseguimento dell’azione regionale nell’ambito delle procedure di infrazione aperte dalla Commissione europea nei confronti dello Stato italiano per il non rispetto dei valori limite per NO_2 (procedura 2015/2043) e PM10 (procedura 2014/2147).

L’aggiornamento del Piano, come peraltro il PRIA del 2013, è caratterizzato inoltre, per la natura stessa del fenomeno dell’inquinamento atmosferico, da una forte trasversalità e sinergia con altri strumenti di pianificazione e programmazione settoriale, ed è dunque stato realizzato in stretta collaborazione con le

strutture regionali competenti per i diversi settori, che hanno contribuito a delineare e aggiornare le misure qui presentate.
I macrosettori di intervento individuati dal PRIA sono "trasporti su strada e mobilità", "sorgenti stazionarie e uso razionale dell'energia", "attività agricole e forestali" e sono riconfermati nell'aggiornamento del Piano.
Il sistema di monitoraggio del Piano viene riconfermato nella sua articolazione già definita dal PRIA 2013 sui tre livelli previsti:

- di realizzazione, riferito a quanto posto in essere attraverso l'attuazione delle misure di intervento;
- di risultato, riferito agli effetti che possono essere attribuiti all'attuazione delle misure in termini di stima della riduzione delle emissioni dei diversi inquinanti in atmosfera;
- di impatto, riferito all'evoluzione dei parametri di qualità dell'aria.

In attuazione di quanto previsto dalla direttiva europea 2008/50/CE il Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155 (Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa) ha stabilito la necessità di suddividere il territorio in zone e agglomerati sui quali svolgere l'attività di misura e poter valutare il rispetto dei valori obiettivo e dei valori limite.
L'articolo 1, comma 4, del d.lgs. 155/2010, definisce, infatti, la zonizzazione del territorio "il presupposto su cui si organizza l'attività di valutazione della qualità dell'aria ambiente", le cui modalità di svolgimento sono individuate sulla base della classificazione delle zone medesime. La valutazione della qualità dell'aria è, a sua volta, "il presupposto per l'individuazione delle aree di superamento dei valori, dei livelli, delle soglie e degli obiettivi previsti" dal decreto per i vari inquinanti; in caso di superamento devono essere adottati piani che agiscano sull'insieme delle principali sorgenti di emissione, ovunque localizzate, che influenzano tali aree di superamento.
Ai fini dell'aggiornamento della zonizzazione del territorio regionale sono stati analizzati i seguenti fattori:

- le caratteristiche orografiche e meteo - climatiche del territorio;
- la densità abitativa, propedeutica all'individuazione degli agglomerati;
- la distribuzione territoriale dei principali inquinanti in emissione.

Con la delibera di Giunta regionale n. 2605 del 30 novembre 2011 Regione Lombardia ha messo in atto tale disposizione approvando la nuova zonizzazione e revocando la precedente (D.G.R n. 5290 del 2007 e s.m.i). Tale zonizzazione è poi rimasta invariata negli anni successivi.
Pertanto, la ripartizione del territorio regionale nelle seguenti zone e agglomerati:

- **AGGLOMERATI URBANI:**
  - Agglomerato di Milano;
  - Agglomerato di Bergamo;
  - Agglomerato di Brescia;
- **ZONA A:** Pianura ad elevata urbanizzazione;
- **ZONA B:** Zona di pianura;
- **ZONA C:** Prealpi, Appennino e Montagna;
- **ZONA D:** Fondovalle.

Come osservabile in Figura 4-1, l'area di intervento ricade all'interno dell'Agglomerato di Milano e della zona A.

Nelle zone e negli agglomerati la valutazione della qualità dell'aria deve essere condotta in modo integrato, mediante le stazioni fisse, misure indicative e modelli matematici di dispersione. Per siti fissi si intendono le stazioni di misura ubicate presso siti fissi, con campionamento in continuo o discontinuo. Per misurazioni indicative si intendono le misurazioni degli inquinanti effettuate in stazioni ubicate o in siti fissi (ad esempio campionatori passivi) o mediante stazioni di misurazione mobili.

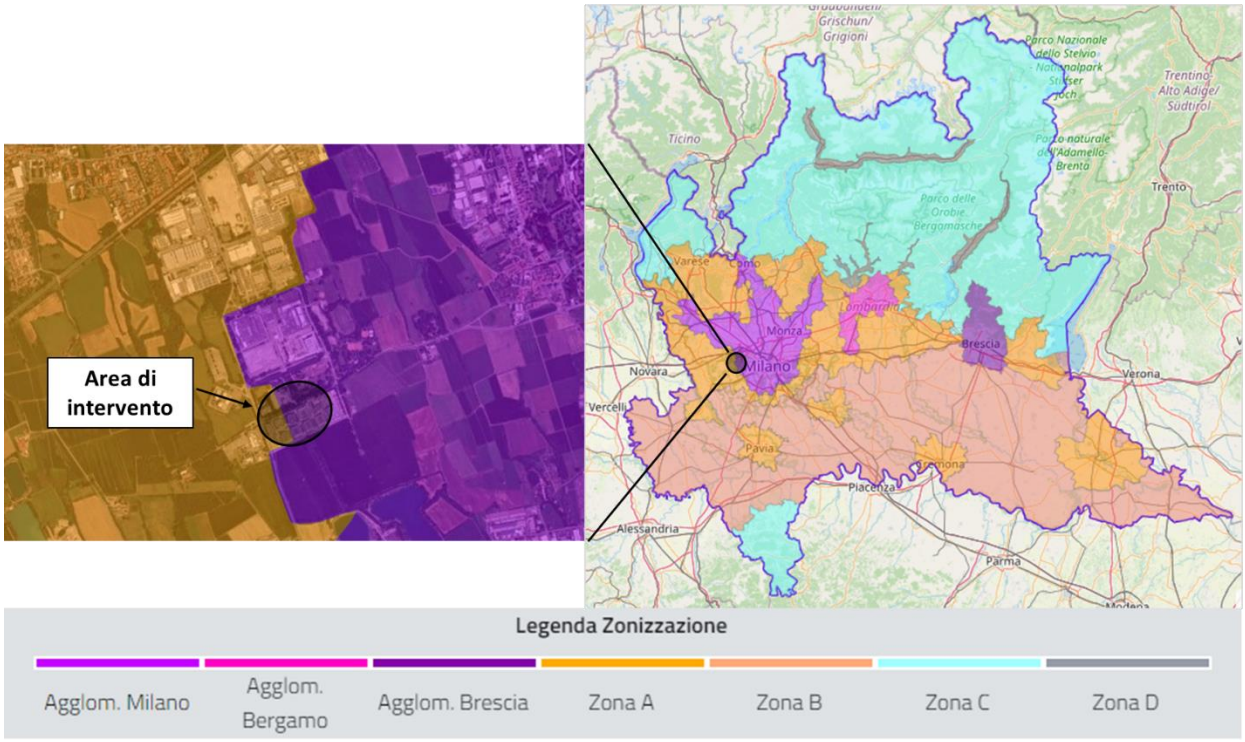

Figura 4-1 Zonizzazione della qualità dell'aria (Fonte: ARPA Lombardia)

4.3 La rete di monitoraggio e la centralina di riferimento

La Rete di rilevamento della Qualità dell'Aria regionale è attualmente composta da 85 stazioni fisse (tra stazioni pubbliche e stazioni private, queste ultime afferenti a grandi impianti industriali quali centrali termoelettriche, raffinerie, inceneritori) che, per mezzo di analizzatori automatici, forniscono dati in continuo ad intervalli temporali regolari (generalmente con cadenza oraria).

Il D.Lgs. 155/2010 (art. 5) prevede che le regioni e le province autonome predispongano un programma per la misura della qualità dell'aria con stazioni fisse coerente con le disposizioni introdotte dal decreto stesso. Il numero delle stazioni di misurazione previste dal programma di valutazione (PdV) deve essere individuato nel rispetto dei canoni di efficienza, efficacia ed economicità.

A seconda del contesto ambientale (urbano, industriale, da traffico, rurale, etc.) nel quale è attivo il monitoraggio, diversa è la tipologia di inquinanti che è necessario rilevare. Di conseguenza, non tutte le stazioni sono dotate della medesima strumentazione analitica.

Le postazioni sono distribuite su tutto il territorio regionale in funzione della densità abitativa e della tipologia di territorio.

I dati forniti dalle stazioni fisse vengono integrati con quelli rilevati durante campagne di misura temporanee, effettuate mediante l'ausilio di 8 laboratori mobili e campionatori per il rilevamento del particolato fine, oltre che altra strumentazione avanzata quale, a esempio, Contatori Ottici di Particelle e analizzatori di Black Carbon.
Facendo seguito alla revisione del programma di valutazione regionale approvata nel 2022, sono continuate modifiche alla rete di rilevamento che hanno comportato l'installazione di nuova strumentazione per gli inquinanti più critici e la dismissione di analizzatori per inquinanti con concentrazioni residuali oltre che le attività di approfondimento per l'installazione di nuove stazioni di monitoraggio laddove necessario.

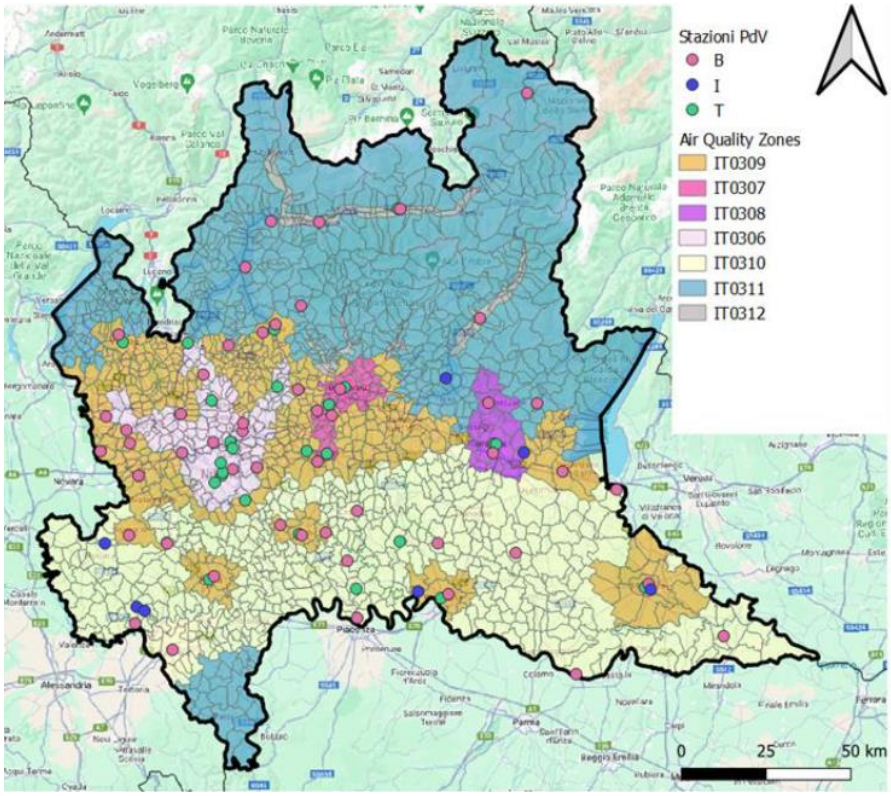

Figura 4-2 Distribuzione geografica delle stazioni di rilevamento del PdV (Fonte: "Rapporto sulla qualità dell'aria – anno 2023" ARPA Lombardia)

Le postazioni sono distribuite su tutto il territorio regionale in funzione della densità abitativa e della tipologia di territorio.
In particolare, nel territorio della città Metropolitana di Milano è presente una rete pubblica di rilevamento della qualità dell'aria (RRQA) di proprietà di ARPA e gestita dall'U.O. Qualità dell'Aria.
La rete pubblica attualmente è costituita da 16 stazioni fisse del PdV e 5 postazioni di interesse locale. Si segnala che la stazione di Robecchetto, non appartenente al PdV, è stata dismessa nel mese di giugno 2023. La rete fissa è integrata dalle informazioni raccolte da postazioni mobili, campionatori gravimetrici per la misura delle polveri, campionatori sequenziali per gas, Contatori di Particelle (OPC e nanoparticelle), analizzatori di Black Carbon e di ammoniaca.

Nella Figura 4-3 è mostrata la descrizione delle postazioni della rete in termini di localizzazione e tipologia di destinazione, considerando la classificazione più recente proposta dalla normativa italiana con il D. Lgs. 155/2010.

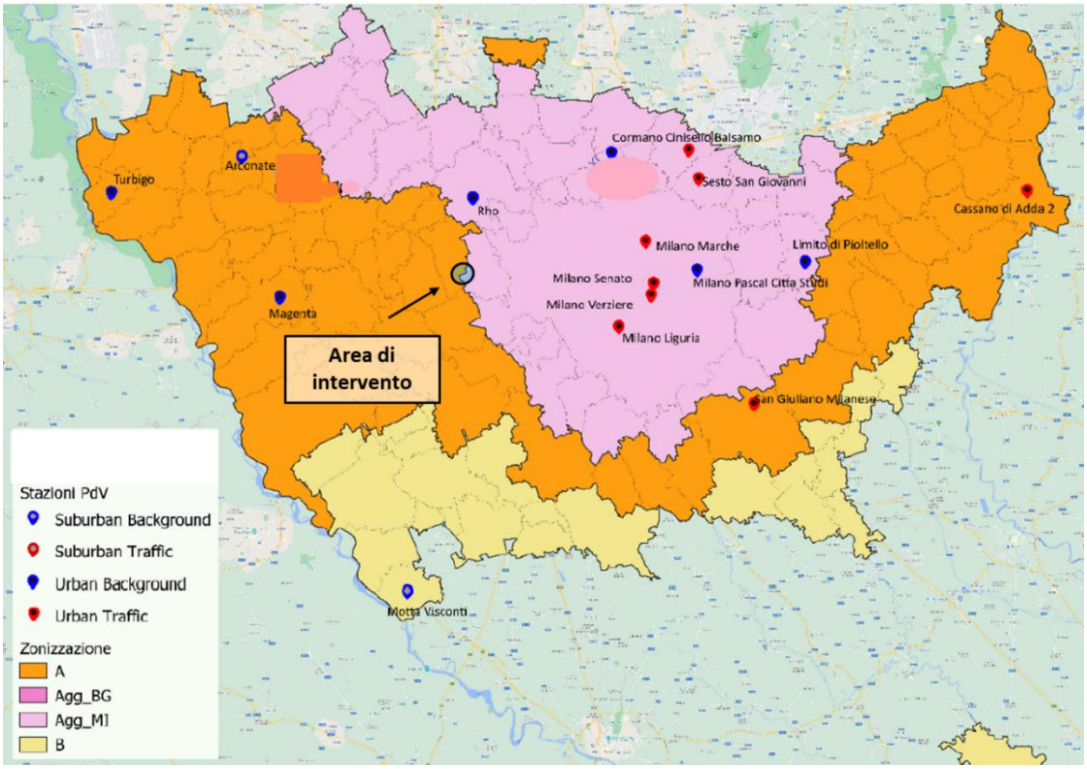

Figura 4-3 Localizzazione delle stazioni fisse della Città Metropolitana di Milano (Fonte: Rapporto sulla qualità dell'aria della Provincia di Milano- Anno 2023)

Relativamente all'area di studio, a valle di una prima analisi delle centraline presenti in prossimità dell'area di intervento, in considerazione degli inquinanti monitorati dalla singola centralina e della disponibilità dei dati nei diversi anni, sono state scelte come centraline di riferimento le seguenti centraline, rappresentative dello stato della qualità dell'aria in prossimità del progetto (cfr. Figura 4-3):

- centralina di Rho, classificata come urbana di fondo, distante circa 6 km dall'area di intervento, per l'NOx e l'NO_2;
- centralina di Milano - Pascal Città Studi, classificata come urbana di fondo, distante circa 15 km dall'area di intervento, per il PM10, il PM2,5 e l'NH_3;
- centralina di Milano - Marche, classificata come urbana di traffico, distante circa 12 km dall'area di intervento, per il CO.

Di seguito si riporta un'indicazione dello stato di qualità dell'aria negli anni, per quanto riguarda gli inquinanti di maggior interesse, focalizzando l'attenzione sui dati di concentrazione rilevati dalle centraline di riferimento dal 2014 al 2023, ultimo decennio.

4.4 Analisi delle concentrazioni

4.4.1 Ossidi di azoto

Caratteristiche ed effetti sull'uomo

Pur essendo presenti in atmosfera diverse specie di ossidi di azoto, per quanto riguarda l'inquinamento dell'aria si fa quasi esclusivamente riferimento al termine NOx che sta ad indicare la somma pesata del monossido di azoto (NO) e del biossido di azoto (NO_2).

Durante le combustioni l'azoto molecolare (N_2) presente nell'aria, che brucia insieme al combustibile, si ossida a monossido di azoto (NO). Nell'ambiente esterno il monossido si ossida a biossido di azoto (NO2), che è quindi un inquinante secondario, poiché non viene emesso direttamente. Il biossido di azoto è "ubiquitario" ciò significa che si ritrova in atmosfera un po' ovunque, con concentrazioni abbastanza costanti.

L'ossido di azoto (NO), anche chiamato ossido nitrico, è un gas incolore, insapore ed inodore con una tossicità limitata, al contrario di quella del biossido di azoto che risulta invece notevole. Il biossido di azoto è un gas tossico di colore giallo - rosso, dall'odore forte e pungente e con grande potere irritante. Il ben noto colore giallognolo delle foschie che ricoprono le città ad elevato traffico è dovuto per l'appunto all'elevata presenza di questo gas. Il biossido di azoto svolge un ruolo fondamentale nella formazione dello smog fotochimico in quanto costituisce l'intermedio di base per la produzione di tutta una serie di inquinanti secondari molto pericolosi tra cui l'ozono, l'acido nitrico, l'acido nitroso e gli alchilnitrati. Da notare che gli NOx vengono per lo più emessi da sorgenti al suolo e sono solo parzialmente solubili in acqua, questo influenza notevolmente il trasporto e gli effetti a distanza.

L'azione sull'uomo dell'ossido di azoto è relativamente bassa. A causa della rapida ossidazione a biossido di azoto, si fa spesso riferimento esclusivo solo a quest'ultimo inquinante, in quanto risulta molto più tossico del monossido.

Il biossido di azoto è un gas irritante per le mucose e può contribuire all'insorgere di varie alterazioni delle funzioni polmonari, di bronchiti croniche, di asma e di enfisema polmonare. Lunghe esposizioni anche a basse concentrazioni provocano una drastica riduzione delle difese polmonari, con conseguente aumento di rischio di infezioni alle vie respiratorie soprattutto in soggetti bronchitici ed asmatici, negli anziani e nei bambini.

L'inquinamento da biossido di azoto ha un impatto sulla vegetazione di minore entità rispetto al biossido di zolfo. In alcuni casi, brevi periodi di esposizione a basse concentrazioni possono incrementare i livelli di clorofilla, mentre lunghi periodi possono causare la senescenza e la caduta delle foglie più giovani.

Il meccanismo principale di aggressione comunque è costituito dall'acidificazione del suolo: gli inquinanti acidi causano un impoverimento del terreno per la perdita di ioni calcio, magnesio, sodio e potassio e conducono alla liberazione di ioni metallici tossici per le piante. Inoltre, l'abbassamento del pH compromette anche molti processi microbici del terreno, fra cui l'azotofissazione.

Si stima infine che gli ossidi di azoto e i loro derivati contribuiscono per il 30% alla formazione delle piogge acide, danneggiando anche edifici e monumenti e provocandone un invecchiamento accelerato, in molti casi irreversibile.

Concentrazioni di NO_2

Allo scopo di effettuare la verifica dei limiti normativi per la protezione della salute umana, nella seguente tabella sono stati riportati i valori medi annui dell'NO_2 e il numero dei superamenti del limite orario (da non superarsi per più di 18 volte all'anno) registrati dalla centralina di Rho, nei 10 anni considerati.

NO_2										
Anno	*2014*	*2015*	*2016*	*2017*	*2018*	*2019*	*2020*	*2021*	*2022*	*2023*
Concentrazione media annua ($\mu g/m^3$)	43	52	44	46	35	41	39	34	33	35
N° superamenti del limite orario	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0

Tabella 4-2 Concentrazioni medie annue di NO_2 e numero dei superamenti del limite orari– Centralina di riferimento (Fonte: elaborazione dati ARPA Lombardia)

Dal 2020 al 2023 per l'NO_2 sono stati registrati valori sempre al di sotto del limite normativo di 40 $\mu g/m^3$, come mostrato anche in Figura 4-4.

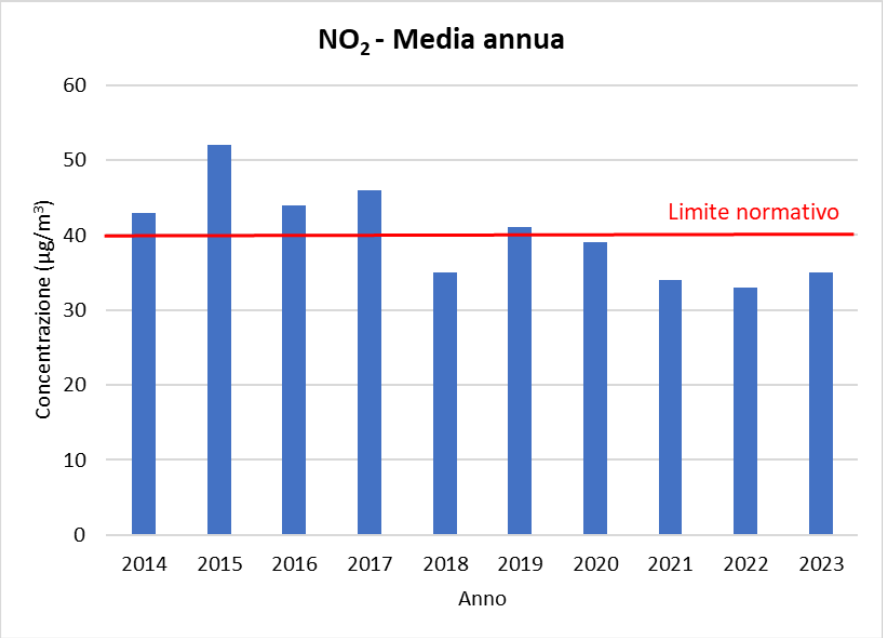

Figura 4-4 Andamento delle concentrazioni media annue di NO_2 e confronto con il limite normativo – Centralina di riferimento (Fonte: elaborazione dati ARPA Lombardia)

Il numero di superamenti del limite orario di 200 $\mu g/m^3$ risulta essere sempre pari a zero, tranne nel 2017 in cui è stato superato 2 volte (cfr. Tabella 4-2).

Concentrazioni di NOx

Di seguito vengono riportate le concentrazioni medie annue dell'NOx rilevate dalla centralina di Rho, classificata come di fondo urbana.

NOx										
Anno	*2014*	*2015*	*2016*	*2017*	*2018*	*2019*	*2020*	*2021*	*2022*	*2023*
Concentrazione media annua (µg/m³)	89	109	90	99	73	80	76	66	65	69

Tabella 4-3 Concentrazioni medie annue di NOx– Centralina di riferimento (Fonte: elaborazione dati ARPA Lombardia)

È possibile osservare che nell'arco temporale analizzato i valori sono sempre al di sopra del limite normativo per la protezione della vegetazione di 30 µg/m^3 (cfr. Figura 4-5).

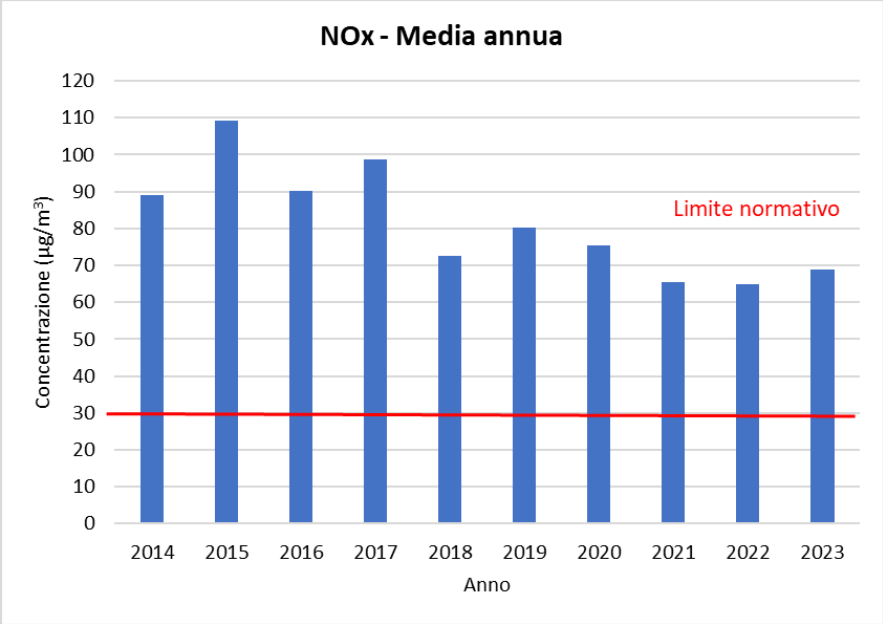

Figura 4-5 Andamento delle concentrazioni media annue di NOx e confronto con il limite normativo – Centralina di riferimento (Fonte: elaborazione dati ARPA Lombardia)

Relazione NOx – NO_2

Il dato di partenza delle analisi, con particolare riferimento a quanto calcolato attraverso i modelli di analisi diffusionale degli inquinati, è relativo agli ossidi di azoto NOx. Con tale termine generalmente vengono indicate le due componenti più importanti, ovvero l'ossido di azoto NO ed il biossido di azoto NO_2.

Tali ossidi sono prodotti dal processo di combustione e dipendono fortemente dalla temperatura e dalla presenza di ossigeno durante la combustione. In termini generali la produzione primaria di ossidi di azoto da combustione è perlopiù composta da ossido di azoto (90%) e solo da una quota parte di biossido di azoto (10%). Tuttavia, una volta emesso in atmosfera, l'NO prodotto nei processi di combustione si può convertire in NO_2, costituendo così una produzione secondaria di biossido di azoto, nonché producendo ozono.

L'insieme di reazioni chimiche che intervengono nella trasformazione di NO in NO_2 è detto ciclo fotolitico. Tale ciclo può essere schematizzato dalle seguenti reazioni. L'NO_2 prodotto nelle ore diurne assorbe energia dalle radiazioni UV, scindendosi in una molecola di NO ed in atomi di ossigeno reattivi:

$$NO_2 + h\nu \rightarrow NO + O$$

Gli atomi di ossigeno altamente reattivi si combinano con le molecole di O_2 dando origine all'ozono O_3:

$$O_2+O \rightarrow O_3$$

L'O_3 reagisce con l'NO per formare nuovamente NO_2 e O_2

$$NO+O_3 \rightarrow NO_2+O_2$$

Le reazioni sin qui esposte rappresentano un ciclo che a sua volta rappresenta solo una quota parte delle reazioni chimiche che hanno luogo nella parte inferiore dell'atmosfera. Gli idrocarburi presenti in aria interferiscono nel ciclo, favorendo la conversione di NO in NO_2 in maniera più rapida rispetto al processo inverso, favorendo così l'accumulo di NO_2 e O_3 in atmosfera. Allo stesso modo andrebbero poi considerate le interazioni tra tali gas e l'umidità atmosferica, la quale porterebbe alla produzione acido nitrico e di nitrati.

Come descritto il processo di trasformazione da ossidi di azoto in biossido di azoto (inquinante rispetto al quale è possibile effettuare un confronto con i limiti normativi) è molto complesso e dipende da molte variabili.

Per stimare tali valori esistono alcune leggi di correlazione empirica che permettono di valutare la quota parte di ossidi di azoto che si trasforma in biossido di azoto. Un esempio di valutazione è il metodo "Derwnt and Middelton" 1996[4] il quale deriva da una stima di tipo empirico basata sul rapporto NOx-NO2 ricavato da numerose misure sperimentali nell'area di Londra.

Un altro metodo è quello sviluppato da "During et al." nel 2011[5], anch'esso derivante da studi sperimentali di correlazione effettuati in Germania.

Da ulteriori fonti bibliografiche, "ARPA Emilia Romagna"[6], è stato evidenziato come il valore del rapporto NO_2/NOx sia pari al 10% "…si può ritenere che la produzione di NO_2, quale inquinante primario, sia pari al 10 % dell'ossido di azoto complessivamente generato…".

Continuando l'analisi bibliografica è stato possibile determinare ulteriori relazioni relative alle trasforma-zioni degli NOx nelle due componenti principali NO e NO_2. Uno studio condotto in Cina (Suqin Han et al.,2011)[7] ha valutato il rapporto NO_2/NOx relazionandolo all'ozono, O_3.

Werner SCHOLZ e Peter RABL, 2006 [8]hanno messo in evidenza come lo sviluppo, nel tempo, dei rapporti NO_2/NOx e l'ozono O_3 indichi la correlazione fotochimica tra gli ossidi di azoto e ozono. Un approccio semplice è l'equilibrio foto-stazionario:

$$NO_2 + O_2 \leftarrow\rightarrow NO + O_3$$

Secondo la legge di azione di massa si ha la seguente relazione:

$$\frac{NO * O_3}{NO_2} = k$$

dove k è la costante di equilibrio.

[4] Derwent, R.G. and Middleton, D.R., 1996. An empirical function to the ratio NO_2: NOx. Clean Air, 26: 57-60.
[5] Düring I, Bächlin W, Ketzel M, et al. (2011) A new simplified NO/NO2 conversion model under consideration of direct NO_2-emis-sions. Meteorologische Zeitschrift 20:67–73. doi: 10.1127/0941-2948/2011/0491
[6] Arpa Emilia Romagna
[7] Analysis of the Relationship between O_3, NO and NO_2 in Tianjin, China Suqin Han, Hai Bian, Yinchang Feng, Aixia Liu, Xiangjin Li, Fang Zeng, Xiaoling Zhang, 2011
[8] Unexpectedly low decrease of NO_2 air pollution – Correlation with ozone concentration and altered exhaust emissions Werner SCHOLZ e Peter RABL, 2006

Tuttavia, per la valutazione del caso in esame, ed in funzione delle variabili da cui dipende il ciclo di trasformazione sopraesposto, si è ritenuto importante considerare una legge empirica che potesse tener conto delle condizioni locali. A tale scopo è stata effettuata un'elaborazione specifica per determinare la correlazione tra NOx e NO_2 in funzione dei dati rilevati dalla centralina della rete di monitoraggio della qualità dell'aria di riferimento, esposti precedentemente.

Tale analisi ha mostrato un andamento parabolico della relazione tra NO_2 e NO_x. Infatti, dalla nuvola di punti, Figura 4-6 , è stato possibile determinare una legge di regressione tra NOx e NO_2.

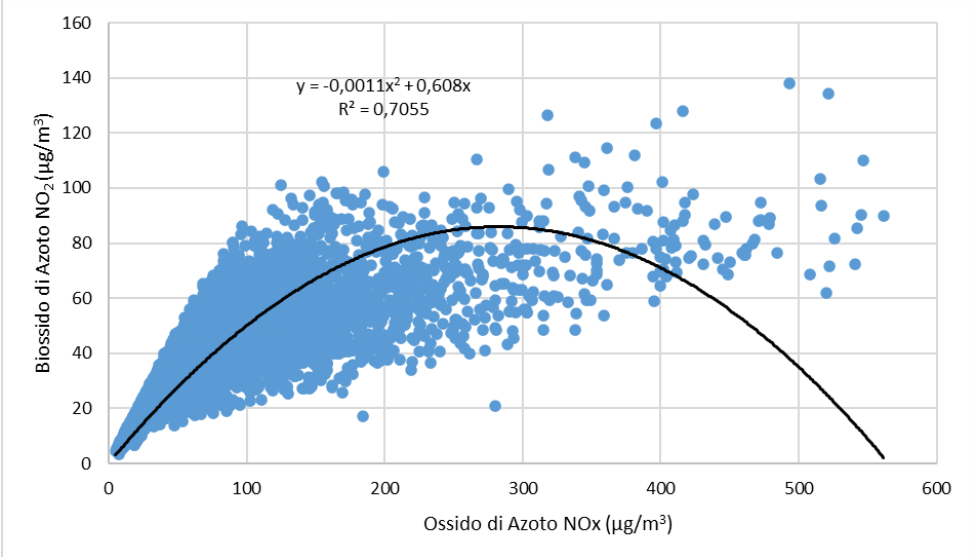

Figura 4-6 Nuvola di punti concentrazioni NO_x - NO_2 medie orarie [µg/m³] (Fonte: elaborazione dati ARPA)

Considerando la concavità verso il basso della curva di tendenza si può notare come superati i 276,4 µg/m³, all'aumentare degli NOx, si ottiene una diminuzione degli NO_2. Questo per valori molto elevati di NOx potrebbe diventare poco cautelativo.

Tuttavia, utilizzando le equazioni sopracitate, così come definito da Arpa Emilia-Romagna, attraverso una relazione lineare con coefficiente angolare pari a 0,1, si ottiene una relazione tra NO_2/NOx pari al 10%, che fornisce valori cautelativi unicamente per valori di NOx molto elevati.

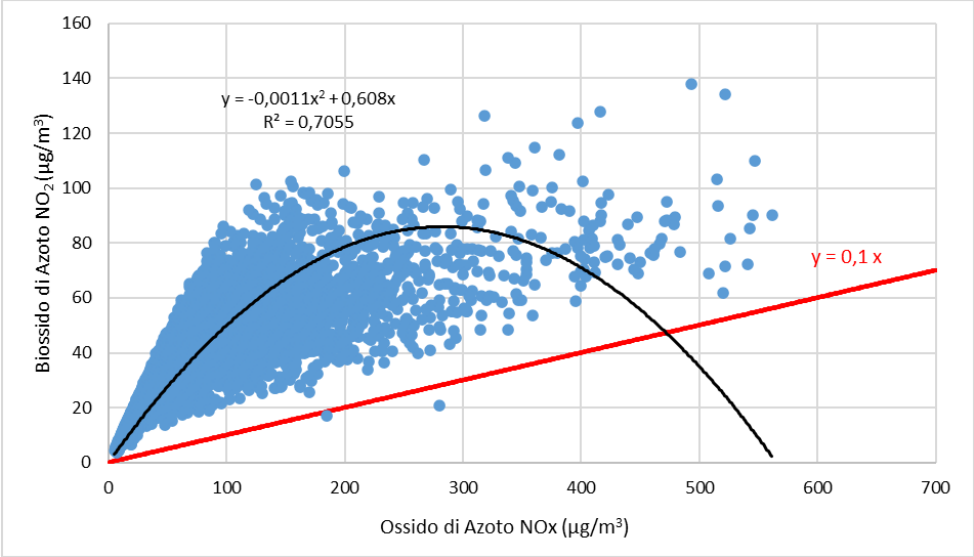

Figura 4-7 Confronto curve di correlazione NO2-NOx [µg/m³]

Confrontando le due curve si può notare come la retta di regressione lineare sia situata sempre al disotto della retta di regressione parabolica. Quindi si otterrebbe una sottostima della percentuale di NO_2 negli NO_X. (cfr. Figura 4-7).

Per cui, è stato considerato cautelativo utilizzare entrambe le curve correlandole a range differenti di ossido di azoto, tenendo anche presente l'affidabilità dalla relazione parabolica, il cui coefficiente di determinazione è R^2=0,7055.

Tale relazione è stata utilizzata fino al punto in cui la parabola decresce, quindi nell'intervallo 0 - 276,4 µg/m³ di ossidi di azoto. La relazione lineare inizia, invece, il suo intervallo di validità da 276,4µg/m³ per cui da quel valore di NOx si considera la retta traslata verso l'alto.

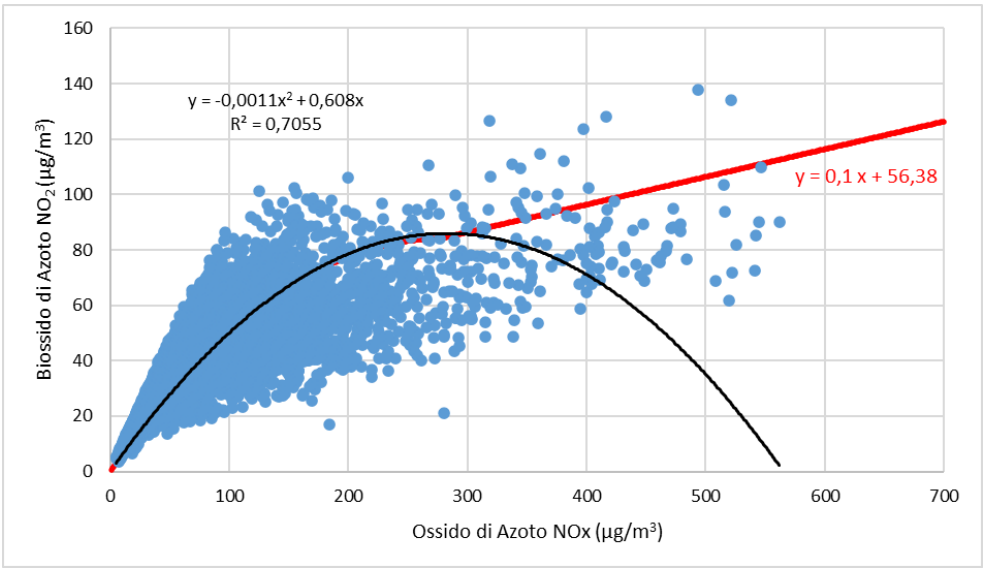

Figura 4-8 Combinazione delle curve di regressione considerate [µg/m³]

In riferimento alla Figura 4-8 è necessario fare delle precisazioni: la parte crescente della parabola garantisce una buona interpolazione per la maggioranza dei valori; i valori maggiori del massimo della parabola invece sono

in quantità inferiore e pertanto l'approssimazione data dalla retta, che comunque come andamento segue i punti rappresentati, può ritenersi cautelativa in merito al suo scostamento verso l'alto, al quale corrisponde, per ogni valore di NOx, un valore di NO_2 maggiore rispetto a quello misurato. La scelta di questa equazione pertanto è stata effettuata a favore di sicurezza ed in via cautelativa, pur sovrastimando l'NO_2 per valori alti di NOx.

Riassumendo:

- per valori di NOx compresi tra 0 e 276,4 µg/m^3 si utilizza l'equazione y = -0,0011 x^2 + 0,608 x;
- per valori di NOx maggiori di 276,4 µg/m^3 si utilizza l'equazione y = 0,1 x + 56,38.

4.4.2 Particolato

Caratteristiche ed effetti sull'uomo

Spesso il particolato rappresenta l'inquinante a maggiore impatto ambientale nelle aree urbane, tanto da indurre le autorità competenti a disporre dei blocchi del traffico per ridurne il fenomeno.

Le particelle sospese, anche indicate come PM (Particulate Matter), sono sostanze allo stato solido o liquido che, a causa delle loro piccole dimensioni, restano sospese in atmosfera per tempi più o meno lunghi.

Il particolato nell'aria può essere costituito da diverse sostanze: sabbia, ceneri, polveri, fuliggine, sostanze silicee di varia natura, sostanze vegetali, composti metallici, fibre tessili naturali e artificiali, sali, elementi come il carbonio o il piombo, ecc.

In base alla natura e alle dimensioni delle particelle possiamo distinguere:

- gli aerosol, costituiti da parti5celle solide o liquide sospese in aria e con un diametro inferiore a 1 micron (1 µm);
- le foschie, date da goccioline con diametro inferiore a 2 µm;
- le esalazioni, costituite da particelle solide con diametro inferiore ad 1 µm e rilasciate solitamente da processi chimici e metallurgici;
- il fumo, dato da particelle solide di solito con diametro inferiore ai 2 µm e trasportate da miscele di gas;
- le polveri, costituite da particelle solide con diametro fra 0,25 e 500 µm;
- le sabbie, date da particelle solide con diametro superiore ai 500 µm.

Le particelle primarie sono quelle che vengono emesse come tali dalle sorgenti naturali ed antropiche, mentre le secondarie si originano da una serie di reazioni chimiche e fisiche in atmosfera.

Conseguenze diverse si hanno in relazione alla differente grandezza della particella inalata, distinguiamo le particelle fini che sono quelle che hanno un diametro inferiore a 2,5 µm, e le altre dette grossolane. Da notare che il particolato grossolano è costituito esclusivamente da particelle primarie.

Le polveri PM10 rappresentano il particolato che ha un diametro inferiore a 10 µm e vengono anche dette polveri inalabili perché sono in grado di penetrare nel tratto superiore dell'apparato respiratorio (dal naso alla laringe). Una frazione di circa il 60% di queste è costituita dalle polveri PM2,5 che rappresentano il particolato che ha un diametro inferiore a 2,5 micron. Le PM2,5 sono anche dette polveri respirabili perché possono penetrare nel tratto inferiore dell'apparato respiratorio (dalla trachea fino agli alveoli polmonari). A prescindere dalla tossicità, le particelle che possono produrre degli effetti indesiderati sull'uomo sono sostanzialmente

quelle di dimensioni più ridotte; infatti, nel processo della respirazione le particelle maggiori di 15 µm vengono generalmente rimosse dal naso.

Il particolato che si deposita nel tratto superiore dell'apparato respiratorio (cavità nasali, faringe e laringe) può generare vari effetti irritativi come l'infiammazione e la secchezza del naso e della gola; tutti questi fenomeni sono molto più gravi se le particelle hanno assorbito sostanze acide (come il biossido di zolfo, gli ossidi di azoto, ecc.). Per la particolare struttura della superficie, le particelle possono anche adsorbire dall'aria sostanze chimiche cancerogene, trascinandole nei tratti respiratori e prolungandone i tempi di residenza, accentuandone gli effetti.

Le particelle più piccole penetrano nel sistema respiratorio a varie profondità e possono trascorrere lunghi periodi di tempo prima che vengano rimosse, per questo sono le più pericolose, possono infatti aggravare le malattie respiratorie croniche come l'asma, la bronchite e l'enfisema.

Le persone più vulnerabili sono gli anziani, gli asmatici, i bambini e chi svolge un'intensa attività fisica all'aperto, sia di tipo lavorativo che sportivo. Nei luoghi di lavoro più soggetti all'inquinamento da particolato l'inalazione prolungata di queste particelle può provocare reazioni fibrose croniche e necrosi dei tessuti che comportano una broncopolmonite cronica accompagnata spesso da enfisema polmonare.

Gli effetti del particolato sul clima e sui materiali sono piuttosto evidenti. Il particolato dei fumi e delle esalazioni provoca una diminuzione della visibilità atmosferica; allo stesso tempo diminuisce anche la luminosità assorbendo o riflettendo la luce solare. Negli ultimi 50 anni si è notata una diminuzione della visibilità del 50%, ed il fenomeno risulta tanto più grave quanto più ci si avvicina alle grandi aree abitative ed industriali. Le polveri sospese favoriscono la formazione di nebbie e nuvole, costituendo i nuclei di condensa-zione attorno ai quali si condensano le gocce d'acqua, di conseguenza favoriscono il verificarsi dei fenomeni delle nebbie e delle piogge acide, che comportano effetti di erosione e corrosione dei materiali e dei metalli. Il particolato inoltre danneggia i circuiti elettrici ed elettronici, insudicia gli edifici e le opere d'arte e riduce la durata dei tessuti. Le polveri (ad esempio quelle emesse dai cementifici) possono depositarsi sulle foglie delle piante e formare così una patina opaca che, schermando la luce, ostacola il processo della fotosintesi.

Gli effetti del particolato sul clima della terra sono invece piuttosto discussi; sicuramente un aumento del particolato in atmosfera comporta una diminuzione della temperatura terrestre per un effetto di riflessione e schermatura della luce solare, in ogni caso tale azione è comunque mitigata dal fatto che le particelle riflettono anche le radiazioni infrarosse provenienti dalla terra. È stato comunque dimostrato che negli anni immediatamente successivi alle più grandi eruzioni vulcaniche di tipo esplosivo (caratterizzate dalla emissione in atmosfera di un'enorme quantità di particolato) sono seguiti degli anni con inverni particolarmente rigidi. Alcune ricerche affermano che un aumento di 4 volte della concentrazione del particolato in atmosfera comporterebbe una diminuzione della temperatura globale della terra pari a 3,5°C.

Concentrazioni di PM10

Per analizzare i valori di concentrazione del PM10 sono stati visionati i dati registrati dalla centralina di Milano - Pascal nell' arco di riferimento che va dal 2014 al 2023.

Di seguito sono riportati i valori di concentrazione media annua di PM10 e il numero dei superamenti del limite giornaliero (da non superarsi per più di 35 giorni all'anno) nei 5 anni considerati.

PM10										
Anno	*2014*	*2015*	*2016*	*2017*	*2018*	*2019*	*2020*	*2021*	*2022*	*2023*
Concentrazione media annua (µg/m³)	36	42	38	40	31	29	32	30	32	27
N° superamenti del limite giornaliero	68	100	73	92	52	50	65	52	52	34

Tabella 4-4 Concentrazioni medie annue di PM10 e numero dei superamenti del limite giornaliero registrati dalla centralina di riferimento (Fonte: Elaborazione dati ARPA Lombardia)

La precedente tabella mostra valori di PM10 inferiori al limite normativo per la protezione della salute umana, pari a 40 µg/m³, in tutti gli anni tranne il 2015, come mostrato anche nella seguente figura.

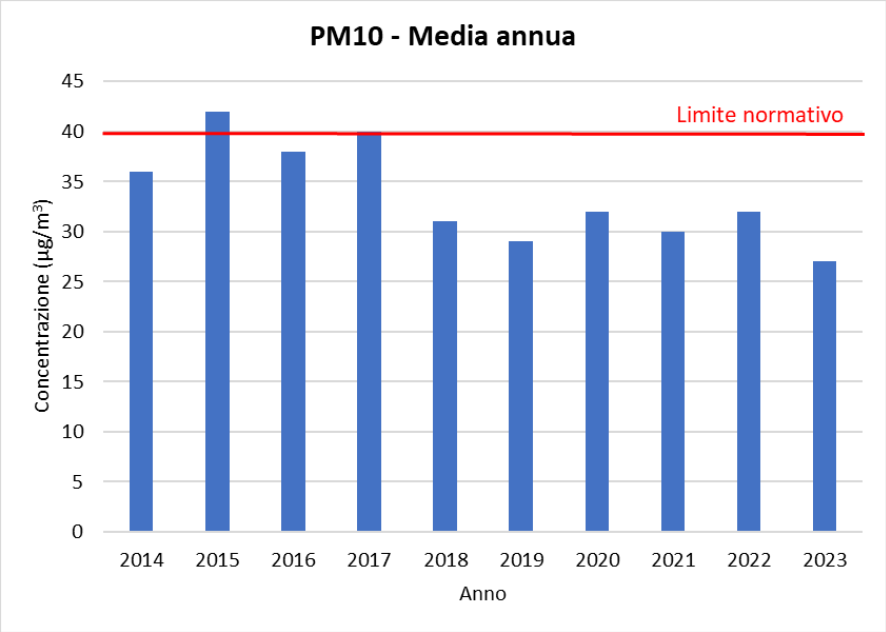

Figura 4-9 Andamento delle concentrazioni media annue di PM10 e confronto con il limite normativo – Centralina di riferimento (Fonte: elaborazione dati ARPA Lombardia)

Inoltre, il limite giornaliero di 50 µg/m³, da non superarsi per più di 35 giorni all'anno, è stato superato un numero di volte inferiore al limite solo nel 2023 (cfr. Figura 4-10).

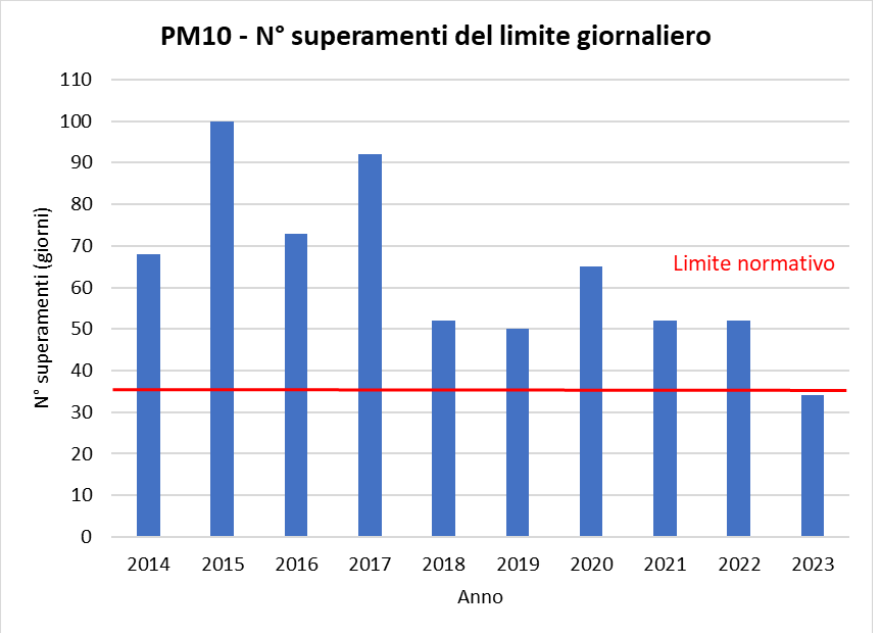

Figura 4-10 Numero di superamenti del limite giornaliero di PM10– Centralina di riferimento (Fonte: elaborazione dati ARPA Lombardia)

Concentrazioni di PM2,5

Di seguito sono riportati i valori di concentrazione media annua di PM2,5 negli anni analizzati.

PM2,5										
Anno	*2014*	*2015*	*2016*	*2017*	*2018*	*2019*	*2020*	*2021*	*2022*	*2023*
Media annua ($\mu g/m^3$)	26	32	28	29	23	21	22	20	20	16

Tabella 4-5 Concentrazioni medie annue di PM2,5 registrate dalla centralina di riferimento (Fonte: Elaborazione dati ARPA Lombardia)

Nella precedente tabella si può osservare che le concentrazioni medie annue di PM2,5 dal 2018 al 2023 sono al di sotto del limite normativo per la protezione della salute umana, pari a 25 $\mu g/m^3$, come mostrato anche nella seguente figura.

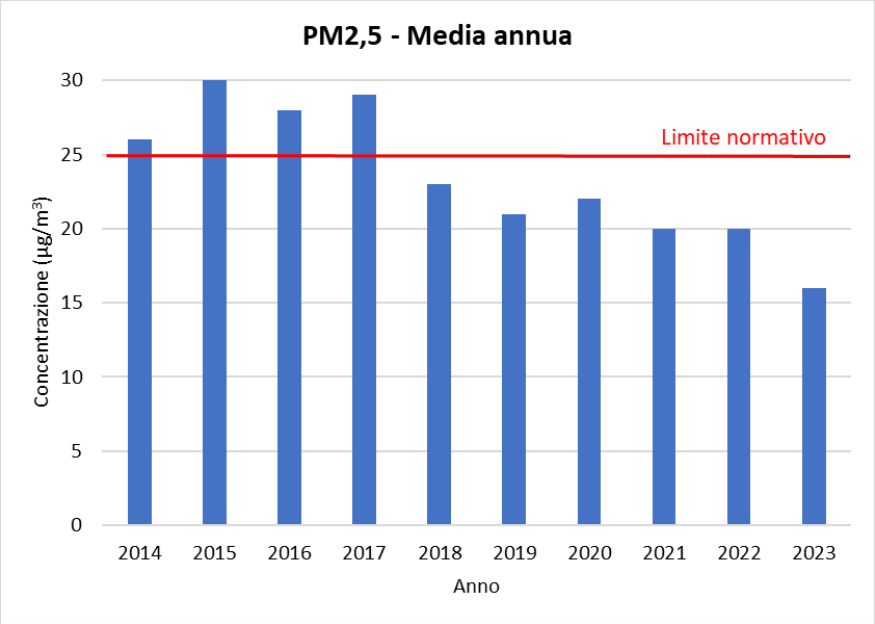

Figura 4-11 Andamento delle concentrazioni medie annue di PM2,5 registrate dalla centralina di riferimento (Fonte: Elaborazione dati ARPA Lombardia)

4.4.3 Monossido di carbonio

Caratteristiche ed effetti sull'uomo

Il monossido di carbonio (o ossido di carbonio o ossido carbonioso) è un gas velenoso particolarmente insidioso in quanto inodore e insapore. La sua molecola è costituita da un atomo di ossigeno e un atomo di carbonio legati con un triplo legame (costituito da due legami covalenti e un legame dativo). La sua formula chimica è CO.

Il monossido di carbonio viene prodotto da reazioni di combustione in difetto di aria (ovvero quando l'ossigeno presente nell'aria non è sufficiente a convertire tutto il carbonio in anidride carbonica), per esempio negli incendi di foreste e boschi, dove il prodotto principale della combustione rimane comunque l'anidride carbonica. Altre fonti naturali sono i vulcani, mentre la maggior parte si genera da reazioni fotochimiche che avvengono nella troposfera. Inoltre, si sprigiona durante le combustioni in ambienti chiusi e dalle vecchie stufe a gas liquido, responsabili dell'alta frequenza di intossicazione da monossido di carbonio. Si miscela bene nell'aria, con la quale forma facilmente miscele esplosive. In presenza di polveri metalliche finemente disperse, forma metallocarbonili tossici e infiammabili. Può reagire vigorosamente con ossigeno, acetilene, cloro, fluoro, ossidi di azoto.

Il monossido di carbonio è un prodotto della combustione incompleta dei combustibili organici (ad esempio: carbone, olio, legno, carburanti). Il CO è inoltre un combustibile importante perché rilascia una considerevole quantità di calore quando brucia all'aria. Importanti combustibili industriali a base di monossido di carbonio sono il gas d'acqua (una miscela di CO e H_2), il gas d'aria (una miscela di CO e N_2) e il gas da carbone (miscela di CO, H_2, CH_4 e CO_2, prodotto per distillazione del carbone e conservato nei gasometri). Quest'ultimo era il cosiddetto gas di città, fornito nelle case per cucinare e per il riscaldamento, oggi sostituito dal gas naturale, costituito principalmente da metano (CH_4).

Il monossido di carbonio è un'emotossina, perché legandosi saldamente allo ione del ferro nell'emoglobina del sangue forma un complesso, chiamato carbossiemoglobina, 300 volte più stabile di quello formato dall'ossigeno, chiamato ossiemoglobina, ostacolando così il trasporto di ossigeno nel sangue. A causa del traffico automobilistico la popolazione urbana è spesso soggetta a lunghe esposizioni a basse concentrazioni. La lenta intossicazione da ossido di carbonio prende il nome di ossicarbonismo e si manifesta con sintomi nervosi e respiratori.

L'esposizione a monossido di carbonio comporta inoltre l'aggravamento delle malattie cardiovascolari, un peggioramento dello stato di salute nelle persone sane ed un aggravamento delle condizioni circolatorie in generale.

Concentrazioni di CO

Per analizzare i valori di concentrazione del CO sono stati visionati i dati registrati dalla centralina di Milano - Marche nell'arco temporale di riferimento.

Di seguito sono riportati i valori di concentrazione media annua di CO e di concentrazione massima media calcolata su 8 ore consecutive negli anni considerati.

CO										
Anno	*2014*	*2015*	*2016*	*2017*	*2018*	*2019*	*2020*	*2021*	*2022*	*2023*
Concentrazione media annua (mg/m^3)	1,1	1,2	1,1	1,0	1,0	0,8	0,9	0,8	0,7	0,8
Concentrazione massima media calcolata su 8 ore (mg/m^3)	3,4	4,1	3,8	3,8	2,8	3,4	3,2	3,5	3,2	3,8

Tabella 4-6 Concentrazioni medie annue e concentrazioni massime medie su 8 ore consecutive di CO registrate dalla centralina di riferimento (Fonte: Elaborazione dati ARPA Lombardia)

La precedente tabella mostra valori di CO pressoché costanti, in particolare la concentrazione massima media calcolata su 8 ore consecutive risulta essere sempre inferiore al limite normativo per la protezione della salute umana, pari a 10 mg/m^3, come mostrato anche in Figura 4-13.

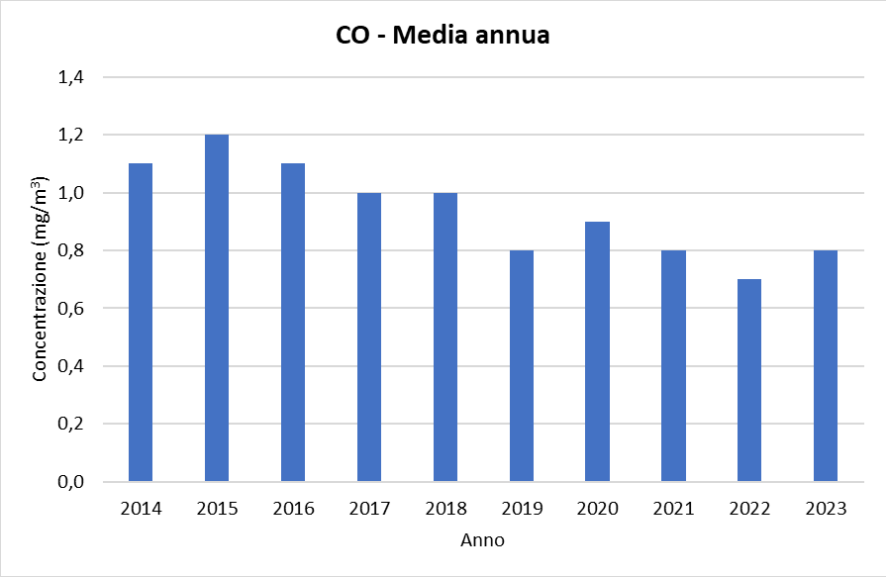

Figura 4-12 Concentrazioni medie annue di CO registrate dalla centralina di riferimento (Fonte: Elaborazione dati ARPA Lombardia)

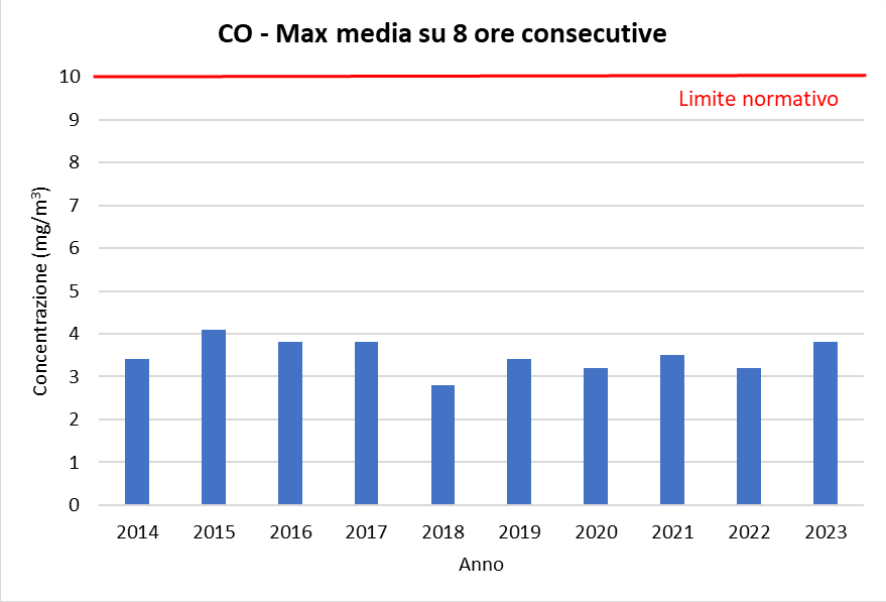

Figura 4-13 Concentrazioni massime medie calcolate su 8 ore consecutive di CO registrate dalla centralina di riferimento (Fonte: Elaborazione dati ARPA Lombardia)

4.5 Quadro sinottico di qualità dell'aria

Di seguito si riassumono i valori di qualità dell'aria degli inquinanti di interesse rilevati dalle centraline di riferimento nel 2023:

- centralina di Rho, classificata come urbana di fondo;
- centralina di Milano - Pascal Città Studi, classificata come urbana di fondo;
- centralina di Milano - Marche, classificata come urbana di traffico.

Questi valori saranno utilizzati come valori di fondo di riferimento delle seguenti analisi modellistiche.

Centralina di riferimento	**Inquinanti**	**Concentrazioni medie annue - Anno 2023**
Milano - Pascal Città Studi	PM10	27 µg/m^3
Milano - Pascal Città Studi	PM2,5	16 µg/m^3
Rho	NOx	69 µg/m^3
Rho	NO_2	35 µg/m^3
Milano -Marche	CO	0,8 mg/m^3

Tabella 4-7 Concentrazioni medie annue registrate dalle centraline di riferimento – Anno 2023 (Fonte: elaborazione dati ARPA Lombardia)

5 Stima delle emissioni in corso d'opera

5.1 Metodologia di analisi

L'obiettivo della presente analisi è stato quello di stimare le potenziali interferenze sulla qualità dell'aria legate alle attività di cantiere per la realizzazione delle opere previste nell'ambito del progetto oggetto di studio.

Nel caso in esame, stante la localizzazione del progetto e la distanza dei recettori residenziali presenti (cfr. Figura 5-1), è stata effettuata un'analisi per la stima delle emissioni di PM10 prodotte dalle attività più gravose in termini di inquinamento atmosferico previste per la costruzione degli edifici del Data center, ossia la movimentazione delle terre e i gas di scarico emessi dai mezzi di cantiere.

Per tale analisi si è fatto riferimento alla metodologia di calcolo delle emissioni descritta nella Linee Guida di ARPA Toscana[9], da cui è stato possibile stimare le emissioni di PM10 e confrontarle con i valori limite distinti in funzione della distanza dei recettori dalla sorgente emissiva e della durata dell'attività emissiva.

Figura 5-1 Distanza recettori residenti più vicini

[9] "Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti" elaborate da ARPA Toscana

5.2 I fattori di emissione

Il fattore di emissione rappresenta la parte unitaria delle emissioni che, moltiplicata per l'unità di area e di tempo in cui la sorgente rimane in condizione "attive", permette il calcolo delle emissioni di inquinanti totali "uscenti" dalla sorgente.

Per la stima di tale valore si è fatto riferimento a dati e modelli dell'Agenzia di protezione ambientale degli Stati Uniti (US-EPA: AP-42 "Compilation of Air Pollutant Emission Factors").

All'interno del documento AP-42 sono riportati tutti i fattori di emissione riguardanti le principali sorgenti, dagli impianti industriali, agli impianti estrattivi, sino alle operazioni di costruzioni civili.

In particolare, per la presente analisi, sono stati presi in considerazione i fattori di emissione relativi al PM10 (il principale inquinante generato nelle fasi di cantiere) legati alla formazione e allo stoccaggio dei cumuli (AP-42 13.2.4) e all'erosione del vento dai cumuli (AP-42 13.2.5).

Inoltre, per il calcolo delle emissioni dovute ai gas di scarico dei mezzi di cantiere è stato fatto riferimento alle elaborazioni della South Coast Air Quality Management District, "Off road mobile Source emission Factor".

5.2.1 I fattori di emissione relativi alla formazione e stoccaggio dei cumuli

Nel presente paragrafo vengono calcolati i fattori di emissione generati dall'attività di carico e scarico del materiale movimentato. È stata applicata la formula fornita dall'E.P.A. relativa alle attività di carico e scarico, di seguito riportata.

$$EF_c = k(0.0016) \cdot \frac{\left(\frac{U}{2.2}\right)^{1.3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1.4}} \ [kg/t]$$

Il fattore di emissione sopra definito dipende da una costante k che tiene conto della dimensione del particolato che si intende analizzare (che per il PM10 è pari a 0,35), della velocità media del vento espressa in metri al secondo, e della % M di umidità del materiale.

Per il valore di k si può fare riferimento ai valori di tabella seguente.

< 30 µm	<15 µm	<10 µm	<5 µm	<2,5 µm
0,74	0,48	0,35	0,20	0,053

Tabella 5-1 Valori coefficiente aerodinamico (Fonte: EPA AP42)

Per il range di validità dei parametri è possibile fare riferimento alla tabella seguente.

Silt Content	Moisture Content	Wind speed	
(%)	(%)	m/s	mph
0,44 – 19	0,25 – 4,8	0,6 – 6,7	1,3 - 15

Tabella 5-2 Range di validità dei coefficienti per il calcolo di EF (Fonte: EPA AP42)

Con riferimento ai valori dei coefficienti, assunti per l'analisi in esame, si è considerato:

- U = velocità media del vento considerando la configurazione più frequente pari in media a 1,34 m/s (valore desunto dall'analisi meteoclimatica);
- M = percentuale di umidità considerata pari a 4,8;

- k = pari a 0,35 per considerare l'apporto del PM10.

5.2.2 I fattori di emissione relativi all'erosione del vento dai cumuli

Oltre all'attività di carico e scarico del materiale, all'interno delle aree di stoccaggio previste è stata considerata, come attività che genera emissioni di PM10, anche l'erosione del vento sui cumuli di materiale depositati.

Al fine di poter determinare il fattore di emissione di tale azione è possibile riferirsi alla già citata guida dell'EPA. In questo caso il modello fa dipendere il fattore di emissione da due fattori che concorrono alla possibile emissione di particolato da parte del cumulo:

- il numero di "movimentazioni" ovvero di interferenze intese come deposito e scavo di materiale sul/dal cumulo;
- la velocità del vento a cui è sottoposto il cumulo stesso.

La formula per il calcolo del fattore di emissione è data pertanto da:

$$EF = k \sum_{i=1}^{N} P_i$$

dove k è la costante che tiene conto della grandezza della particella considerata, N è il numero di giorni l'anno in cui la superficie è sottoposta a "movimentazioni" e P_i è pari all'erosione potenziale corrispondente alla velocità massima del vento al giorno. Il valore di k è, anche in questo caso, tabellato.

30 µm	<15 µm	<10 µm	<2,5 µm
1,0	0,6	0,5	0,075

Tabella 5-3 Valori coefficiente aerodinamico (Fonte: EPA AP42)

L'erosione potenziale, Pi, parte dal concetto di profilo di velocità del vento, per il quale è possibile utilizzare la seguente equazione:

$$u(z) = \frac{u^*}{0{,}4} \ln \frac{z}{z_0}$$

in cui u è la velocità del vento e u* rappresenta la velocità di attrito.

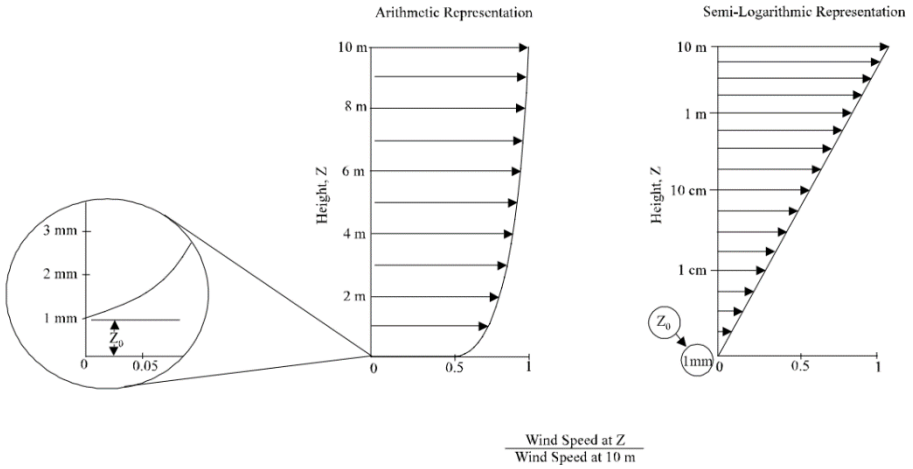

Figura 5-2 Illustrazione del profilo logaritmico della velocità (Fonte EPA AP42)

L'erosione potenziale, pertanto, dipende dalla velocità di attrito e dal valore soglia della velocità d'attrito secondo l'equazione:

$$P = 58(u^* - u_t^*)^2 + 25(u^* - u_t^*)$$

Da tale espressione si evince come ci sia erosione potenziale solo qualora la velocità d'attrito superi il valore soglia.

Per la determinazione di tale valore il modello individua una procedura sperimentale (cfr. *1952 laboratory procedure published by W. S. Chepil*). Tuttavia, in mancanza di tali sperimentazioni è possibile fare riferimento ad alcuni risultati già effettuati e riportati in Tabella 5-4.

Material	Threshold Friction Velocity (m/s)	Roughness Height (cm)	Threshold Wind Velocity At 10 m (m/s)	
			Z0=act	Z0=0,5cm
Overburden	1,02	0,3	21	19
Scoria (roadbed material)	1,33	0,3	27	25
Ground coal (surrounding coal pile)	0,55	0,01	16	10
Uncrusted coal pile	1,12	0,3	23	21
Scraper tracks on coal pile	0,62	0,06	15	12
Fine coal dust on concrete pad	0,54	0,2	11	10

Tabella 5-4 Valori di velocità di attrito limite

La velocità del vento massima tra due movimentazioni può essere determinata dai dati meteorologici ricavati come descritto nel paragrafo 2.2. Tali dati, essendo riferiti ad un'altezza dell'anemometro pari a 10 metri, non hanno bisogno di alcuna correzione e pertanto è possibile determinare la relazione.

$$u^* = 0{,}053u_{10}^+$$

in cui u_{10}^+ è la massima intensità misurata nell'arco della giornata attraverso i dati sopracitati.

È importante, inoltre, evidenziare come tale formulazione sia valida per cumuli "bassi", ovvero cumuli per cui il rapporto altezza su diametro sia inferiore a 0,2. Nel caso in esame, in relazione all'operatività del cantiere si è ipotizzata la realizzazione di tali tipologie di cumuli. Non si necessita pertanto di ulteriori correzioni ed è quindi possibile determinare i casi in cui il valore di u* supera il valore di u^*_t. A tale proposito si è scelto di fare riferimento per il valore di u^*_t alla classe "roadbed material", pari a 1,33.

Nel calcolo di u_{10}^+è stata considerata anche la presenza di eventuali raffiche. Ordinando i valori in senso decrescente in funzione dei diversi giorni dell'anno è possibile determinare il grafico di Figura 5-3.

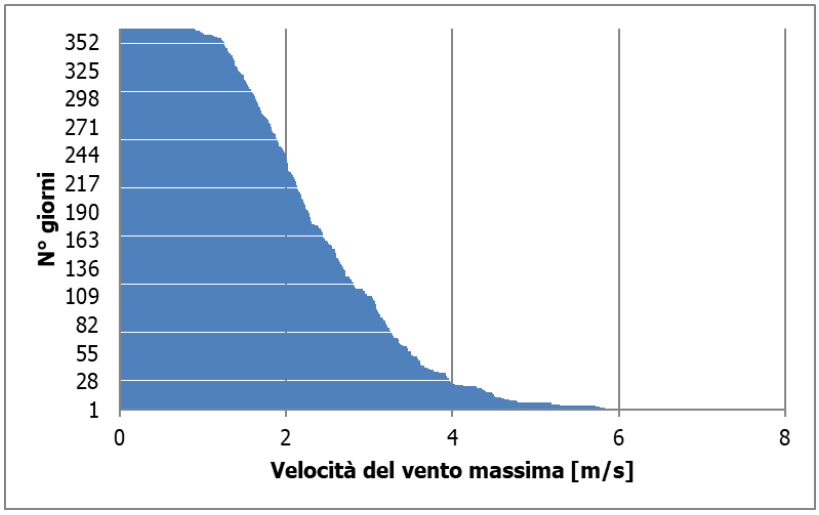

Figura 5-3 Velocità del vento massima ordinata in senso crescente

Da tali valori è quindi stato possibile determinare i valori di u* così come riportato in Figura 5-4.

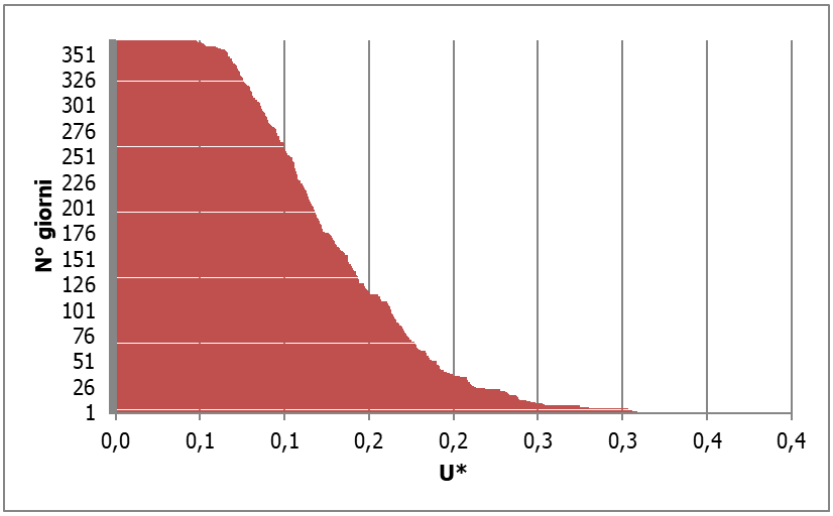

Figura 5-4 - Valori di u ordinati in senso crescente*

Dall'analisi dei risultati emerge come u* non assuma mai valori soglia superiori a u^*_t, pertanto, l'effetto dell'erosione del vento sui cumuli di materiale depositato nelle aree di stoccaggio risulta trascurabile e di conseguenza non verrà considerato all'interno della simulazione modellistica.

5.2.3 I fattori di emissione relativi ai gas di scarico dei mezzi di cantiere

Per il calcolo dell'emissione dei gas di scarico relativa ai mezzi presenti in cantiere è stato fatto riferimento alle elaborazioni della South Coast Air Quality Management District, "Off road mobile Source emission Factor" che forniscono i fattori di emissione dei mezzi di cantiere.

Nella tabella seguente vengono riportati fattori di emissione per ciascun mezzo di cantiere previsto degli inquinanti considerati.

Mezzi di cantiere	Potenza motore (KW)	PM (g/s)
Escavatore	175	0,0021

Mezzi di cantiere	Potenza motore (KW)	PM (g/s)
Ruspa a pala	175	0,0028
Sollevatore di materiali	120	0,0014
Dumper	25	0,0003
Rullo compattatore	120	0,0014

Tabella 5-5 Fattori di emissione relativi ai gas di scarico dei mezzi di cantiere considerati

5.3 Analisi emissiva

Le attività prese in considerazione per la presente analisi sono la formazione e stoccaggio di cumuli e l'emissione dei gas di scarico da parte dei mezzi di cantiere.

Per quanto riguarda la prima attività, sulla base del cronoprogramma e del bilancio delle terre , è stata ipotizzata una movimentazione di terreno pari a circa 150 m^3/giorno, ed è quindi stata calcolata un'emissione di PM10 pari a circa 0,0002 g/s, corrispondenti a 0,86 g/h.

Considerando come fase più significativa dal punto di vista della polverosità emessa in fase di cantiere quella di realizzazione delle fondazioni degli edifici, è stato ipotizzato l'utilizzo di 3 escavatori, una ruspa a pala, un sollevatore di materiali, un dumper e un rullo compressore.

Stante ciò è stato possibile stimare un'emissione correlata ai gas di scarico emessi dai mezzi di cantiere di circa 0,0122 g/s di PM10, corrispondenti a 43,90 g/h.

Per valutare l'entità del livello di inquinamento prodotto dalle attività di cantiere, sono state utilizzate le tabelle delle *"Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti"* redatte da ARPA Toscana, sopra citate, che definiscono il livello di criticità connesso alle attività di cantiere, in termini di emissione di particolato, in relazione alla distanza dai recettori e ai giorni di emissione annui (cfr. Figura 5-5).

Intervallo di distanza (*m*)	Giorni di emissione all'anno					
	>300	300 ÷ 250	250 ÷ 200	200 ÷ 150	150 ÷ 100	<100
0 ÷ 50	145	152	158	167	180	208
50 ÷ 100	312	321	347	378	449	628
100 ÷ 150	608	663	720	836	1038	1492
>150	830	908	986	1145	1422	2044

Figura 5-5 Soglie assolute di emissione di PM10 al variare della distanza dalla sorgente e al variare del numero di giorni di emissione (g/h) (Fonte: Linee Guida ARPAT)

Intervallo di distanza (m) del recettore dalla sorgente	Soglia di emissione di PM10 (g/h)	risultato
0 ÷ 50	<73	Nessuna azione
	73 ÷ 145	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 145	Non compatibile (*)
50 ÷ 100	<156	Nessuna azione
	156 ÷ 312	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 312	Non compatibile (*)
100 ÷ 150	<304	Nessuna azione
	304 ÷ 608	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 608	Non compatibile (*)
>150	<415	Nessuna azione
	415 ÷ 830	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 830	Non compatibile (*)

Figura 5-6 Valutazione delle emissioni al variare della distanza tra recettore e sorgente per un numero di giorni di attività superiore a 300 giorni/anno (Fonte: Linee Guida ARPAT)

Per il caso in esame, è stata considerata la distanza dei recettori residenziali maggiore di 150 metri ed è stato cautelativamente preso in considerazione il caso corrispondente ad un'attività di cantiere superiore ai 300 giorni annui.

Le emissioni totali prodotte dalle attività sopra descritte, stimate pari a 44,8 g/h, risultano essere inferiori ai 415 g/h della soglia di emissione di PM10 (cfr. Figura 5-6) e pertanto irrilevanti per quanto riguarda gli effetti sulla salute umana.

Per quanto appena esposto l'impatto potenziale relativo alla modifica della qualità dell'aria, in relazione alle attività di realizzazione dell'opera, può essere considerato trascurabile.

6 Stima delle concentrazioni post operam

6.1 Metodologia di analisi

Nel presente capitolo sono state stimate le concentrazioni degli inquinanti di interesse prodotte dal Data center. In particolare, gli inquinanti scelti per l'analisi sono PM10, NOx, NO_2 e CO. In termini di concentrazioni, con riferimento agli NOx, si specifica come si sia tenuto conto del contributo nell'NO_2, al fine di verificare i risultati con i limiti presenti in normativa per la salute umana.

La stima delle concentrazioni è stata effettuata mediante il modello di calcolo Calpuff MMS (cfr. paragrafo 6.2), attraverso la seguente metodologia:

1. **ricostruzione del campo meteorologico tridimensionale:** la ricostruzione dei dati meteorologici nell'area in esame è stata effettuata mediante il preprocessore Calmet;
2. **ricostruzione degli scenari emissivi**: sono state prese in considerazione le sorgenti emissive del Data Center, rappresentate dai camini per il convogliamento in atmosfera dei fumi di scarico provenienti dai generatori di emergenza, come descritto in seguito (cfr. paragrafo 6.8; Allegato 1 e Allegato 2);
3. **dispersione di inquinanti in atmosfera**: lo studio della dispersione di inquinanti in atmosfera è stato condotto mediante il software Calpuff;
4. **valutazione dell'effetto sulla qualità dell'aria**: l'analisi della qualità dell'aria post operam è stata valutata attraverso un confronto con i limiti normativi in termini di concentrazioni di inquinanti prodotti, anche in considerazione del fondo di riferimento della qualità dell'aria della zona in cui si inserisce l'intervento.

6.2 Il modello di simulazione MMS Calpuff

Il software utilizzato per le simulazioni atmosferiche condotte nel presente Studio è MMS CALPUFF.

CALPUFF è un modello gaussiano non stazionario che simula la diffusione degli inquinanti attraverso il rilascio di una serie continua di puff e seguendone la traiettoria in base alle condizioni meteorologiche. Il modello è raccomandato dall'EPA ed è stato sviluppato dalla Earth Tech Inc. per conto del California Air Resources Board (CARB) e dell'EPA. Il modello contiene formulazioni per la modellistica della dispersione, il trasporto e la rimozione secca e umida di inquinanti in atmosfera al variare delle condizioni meteorologiche, considerando l'impatto con il terreno e alcuni semplici schemi di trasformazioni chimiche.

Il sistema CALPUFF è composto da tre componenti principali: il preprocessore dei dati meteo (CALMET), il modello di calcolo vero e proprio (CALPUFF) e il post-precessore dei risultati (CALPOST).

Sebbene sia possibile utilizzare CALPUFF anche con dati meteorologici orari relativi ad una singola stazione presente sul territorio, il modello è stato progettato per essere utilizzato con campi meteorologici variabili su tutto il dominio di calcolo sia orizzontale che verticale.

Il preprocessore CALMET ricostruisce questi campi meteorologici tridimensionali utilizzando dati al suolo, dati profilometrici e dati orografici e di uso suolo al fine di considerare gli effetti del terreno sulla variazione dei campi meteorologici e di conseguenza sulla diffusione di inquinanti.

CALPUFF contiene diversi algoritmi, che gli consentono, opzionalmente, di tenere conto di diversi fattori, quali:

- l'effetto scia dovuto agli edifici circostanti (building downwash) o allo stesso camino di emissione (stack-tip downwash);
- lo shear verticale del vento;
- la deposizione secca ed umida;
- le trasformazioni chimiche che avvengono in atmosfera;
- il trasporto su superfici d'acqua;
- la presenza di orografia complessa o di zone costiere.

Con riferimento all'ultimo punto, CALPUFF tiene conto dei fenomeni di brezza che caratterizzano le zone costiere, e modella in modo efficace il cosiddetto Thermal Internal Boundary Layer (TIBL) che è causa della ricaduta repentina al suolo degli inquinanti emessi da sorgenti vicine alla costa.

Per simulare al meglio le condizioni reali di emissione, il modello CALPUFF permette di configurare le sorgenti individuate attraverso geometrie puntuali, lineari ed areali. Le sorgenti puntuali permettono di rappresentare emissioni localizzate con precisione in un'area ridotta; le sorgenti lineari consentono di simulare al meglio un'emissione che si estende lungo una direzione prevalente, qual è ad esempio quella dovuta al trasporto su nastri; le sorgenti areali, infine, si adattano bene a rappresentare un'emissione diffusa su di un'area estesa.

CALPOST consente di analizzare, invece, i dati di output forniti da CALPUFF, in modo da ottenere i risultati in un formato adatto alle diverse esigenze di simulazione. Tramite CALPOST si possono ottenere dei file di output direttamente interfacciabili con software grafici per l'ottenimento di mappe di isoconcentrazione. I codici di calcolo richiedono come input i seguenti dati:

- dati meteorologici in superficie ed in quota, per la ricostruzione del campo di vento tridimensionale (ricostruito in CALMET);
- dati per le sorgenti: per l'effettivo studio della dispersione degli inquinanti in aria (effettuato da CALPUFF).

Gli output del codice CALPUFF, elaborati attraverso CALPOST, consistono in matrici che riportano i valori di ricaduta calcolati per ogni nodo della griglia definita, relativi alle emissioni di singole sorgenti e per l'insieme di esse. Tali risultati possono essere elaborati attraverso un qualsiasi software di "tipo GIS" creando ad esempio mappe di isoconcentrazione.

Il software utilizzato, in cui è implementato il modello CALPUFF, è MMS Calpuff (versione 1.21.1.0), mentre il programma per il post processamento dei risultati è MMS RunAnalyzer, entrambi forniti dalla MAIND S.r.l.

6.3 Dati meteorologici e orografici

I dati meteorologici sono stati ricostruiti per l'area in esame attraverso un'elaborazione sul dominio tridimensionale effettuata con il modello meteorologico CALMET con le risoluzioni orizzontali e verticali dei dati rilevati nelle stazioni SYNOP ICAO (International Civil Aviation Organization) di superficie e profilometriche presenti sul territorio nazionale e dei dati dei radiosondaggi ricostruiti con modello MM5.

Il modello CALMET ricostruisce per interpolazione 3D "mass consistent", pesata sull'inverso del quadrato della distanza, un campo iniziale tridimensionale (FIRST GUESS) che viene modificato per incorporare gli effetti geomorfologici ed orografici del sito in esame alla risoluzione spaziale richiesta (campo meteo STEP 1); il processo di interpolazione avviene per strati orizzontali, l'interazione tra i vari strati orizzontali viene definita

attraverso opportuni fattori di BIAS che permettono di pesare strato per strato l'influenza dei dati di superficie rispetto ai dati profilometrici (ad es. nel primo strato verticale adiacente al terreno che va da 0 a 20 metri sul suolo, in genere viene azzerato il peso del profilo verticale rispetto a quello delle stazioni di superficie mentre negli strati verticali superiori al primo viene gradatamente aumentato il peso dei dati profilometrici rispetto a quelli di superficie fino ad azzerare il peso di questi ultimi dopo alcune centinaia di metri dal suolo).

Sul campo meteo (STEP 1) così definito vengono infine reinserite le osservabili misurate per ottenere il campo finale (STEP 2) all'interno del quale in questo modo vengono recuperate le informazioni sito-specifiche delle misure meteo.

Le stazioni meteoclimatiche prese come riferimento per l'analisi in esame sono state precedentemente elencate nel paragrafo 2.2 e nelle immagini seguenti ne viene riportata la posizione sull'area oggetto di studio.

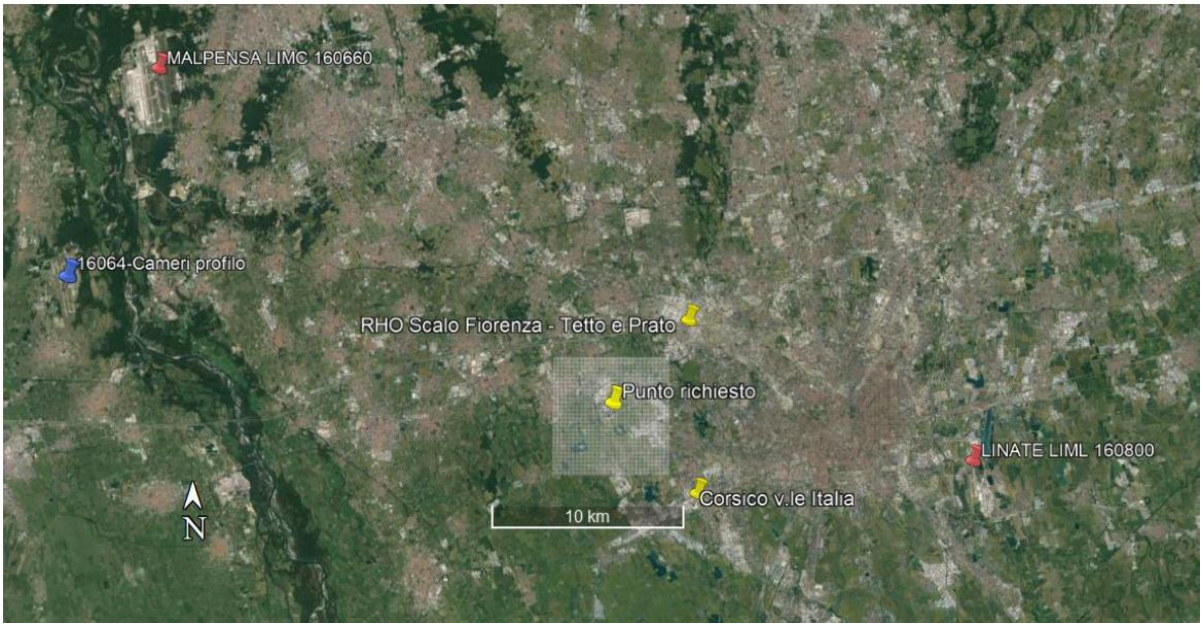

Figura 6-1 Stazioni SYNOP-ICAO di superficie e di radiosondaggio e sito specifiche utilizzate

Per l'applicazione del modello CALMET a partire dai dati rilevati dalle stazioni meteoclimatiche sopra indicate è stato necessario definire i parametri di superficie ed in quota riportati di seguito, come richiesti dal modello stesso.

In particolare, i dati di superficie richiesti sono:

- velocità del vento [m/s];
- direzione del vento [deg];
- altezza delle base delle nubi [100 feet];
- copertura nuvolosa [decimi];
- temperatura dell'aria [K];
- umidità relativa [%];
- pressione [mbar].

Mentre, i dati in quota richiesti sono:

- pressione [mbar];
- quota geopotenziale [m];

- temperatura dell'aria [K];
- direzione del vento [deg];
- velocità del vento [m/s].

Qui di seguito si riportano le caratteristiche del dominio meteorologico assunto nelle simulazioni modellistiche:

Coordinate X dell'origine Sud-Ovest (m)	500027
Coordinate Y dell'origine Sud-Ovest (m)	5032444
Numero di punti (Nx*Ny)	30x30
Dimensioni della cella (Dx*Dy) (m)	200x200

Tabella 6-1 Coordinate dominio meteorologico

6.4 Dominio di calcolo e dominio di salvataggio dati

Per il processore meteorologico CALMET è stato utilizzato un dominio di calcolo di 6 km x 6 km con cella di forma quadrata e passo pari a 200 m, centrato sull'area del progetto in esame.

In merito alla risoluzione verticale del domino di calcolo, sono stati definiti 9 layers, per un'estensione del dominio fino ad una quota di 4.000 m dal piano campagna. In questo caso, al fine di rappresentare al meglio la maggior variabilità verticale del PBL (Planetary Boundary Layer) negli strati più prossimi al suolo, generata dall'interazione delle masse d'aria con quest'ultimo, è stata definita una risoluzione maggiore negli strati atmosferici più bassi di quota (0-20-50-100-200-500-1000-2000-4000 m sul livello del suolo).

Figura 6-2 Dominio di calcolo CALMET

Per quanto riguarda il dominio di calcolo CALPUFF, si può far riferimento alla tabella sottostante.

Coordinate X dell'origine Sud-Ovest (m)	500027
Coordinate Y dell'origine Sud-Ovest (m)	5032444
Indici dell'angolo Sud-Ovest	(2;2)
Indici dell'angolo Nord-Est	(29;29)

Tabella 6-2 Coordinate dominio di calcolo e di salvataggio dati

Il dominio di salvataggio dei dati (griglia dei recettori) è stato fatto coincidere col dominio di calcolo ma è stato reso più denso utilizzando un fattore di nesting pari a 2.

6.5 Recettori puntuali

Oltre ai punti di calcolo del dominio sopra definito sono stati valutati altri punti recettori rappresentativi di aree abitative e aree naturali protette (ZPS/ZSC) presenti nell'intorno del Data Center.

Sono quindi stati definiti in tutto 8 recettori di tipo residenziale (R) e 2 recettori di tipo vegetazionale (V), come mostrato in figura e tabella seguenti.

Figura 6-3 Punti recettori di riferimento

Recettore	Coordinata X (m)	Coordinata Y (m)	Localizzazione
R1	502401	5036863	Comune di Cornaredo
R2	504096	5036065	Comune di Settimo Milanese
R3	504599	5035231	Comune di Settimo Milanese
R4	503079	5034263	Comune di Cusago
R5	502718	5033424	Comune di Cusago
R6	501059	5035406	Comune di Bareggio
R7	500876	5036626	Comune di Bareggio
R8	501933	5036499	Comune di Cornaredo
V1	500619	5034508	ZPS “Riserva Regionale Fontanile Nuovo”
V2	500639	5032906	ZSC “Bosco di Cusago”

Tabella 6-3 Coordinate punti recettori (WGS84-UTM 32N)

6.6 Definizione delle sorgenti emissive

In linea generale i dati richiesti dal software Calpuff per la schematizzazione delle sorgenti emissive puntuali sono (cfr. Figura 6-4):

- nome della sorgente,
- coordinate;
- altezza e diametro del camino (m),
- quota orografica della base del camino (m),
- tipo di emissione (emissioni costanti, ciclo orario, ciclo mensile, ciclo orario e stagionale),
- temperatura (°K) e velocità di uscita (m/s) dei fumi dal camino,
- fattori di emissione (g/s).

Nel presente studio sono state utilizzate due tipologie di emissione, come successivamente spiegato (cfr. paragrafo 6.8): emissioni costanti (cfr. Figura 6-4) ed emissioni a ciclo orario e stagionale (cfr. Figura 6-5).

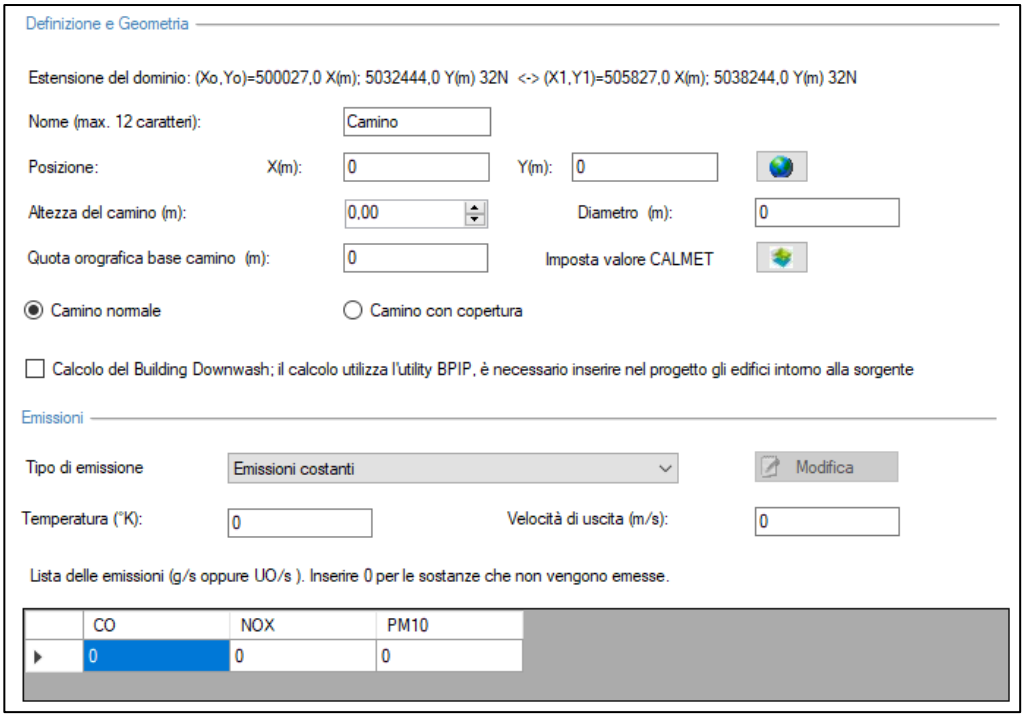
Definizione e Geometria
Estensione del dominio: (Xo,Yo)=500027,0 X(m); 5032444,0 Y(m) 32N <-> (X1,Y1)=505827,0 X(m); 5038244,0 Y(m) 32N
Nome (max. 12 caratteri): Camino
Posizione: X(m): 0 Y(m): 0
Altezza del camino (m): 0,00
Diametro (m): 0
Quota orografica base camino (m): 0
Imposta valore CALMET
Camino normale
Camino con copertura
Calcolo del Building Downwash; il calcolo utilizza l'utility BPIP, è necessario inserire nel progetto gli edifici intorno alla sorgente
Emissioni
Tipo di emissione: Emissioni costanti
Modifica
Temperatura (°K): 0
Velocità di uscita (m/s): 0
Lista delle emissioni (g/s oppure UO/s). Inserire 0 per le sostanze che non vengono emesse.
CO NOX PM10
0 0 0

Figura 6-4 Tipologia di input per sorgenti puntuali all'interno del software Calpuff

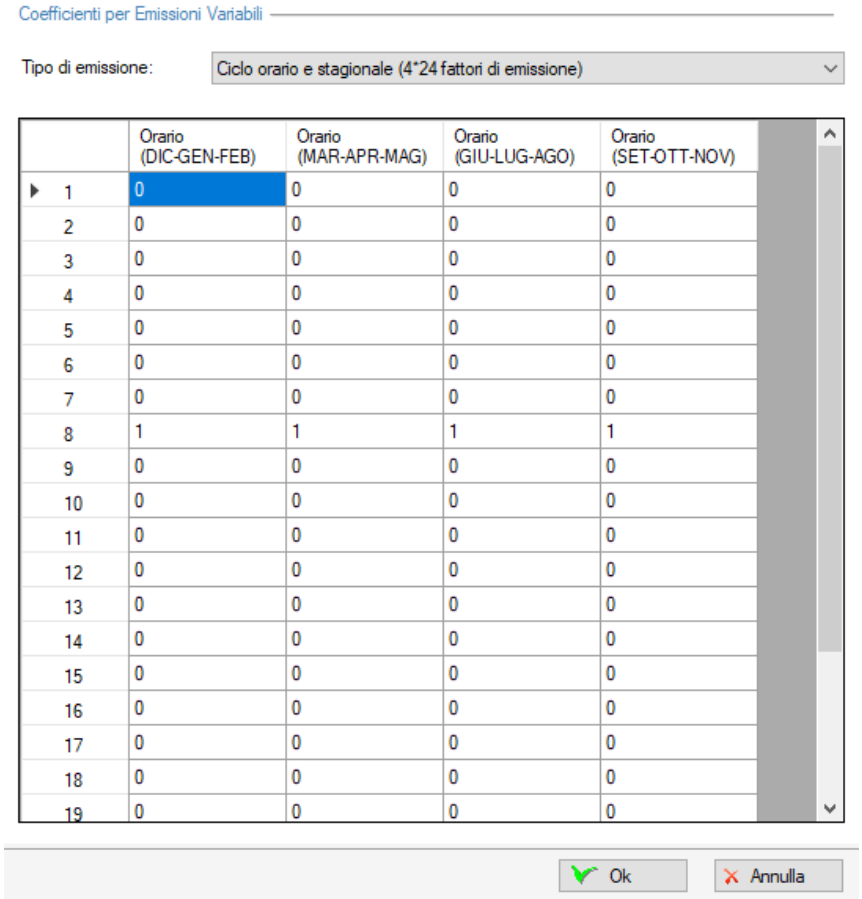
Coefficienti per Emissioni Variabili
Tipo di emissione: Ciclo orario e stagionale (4*24 fattori di emissione)
Orario (DIC-GEN-FEB) Orario (MAR-APR-MAG) Orario (GIU-LUG-AGO) Orario (SET-OTT-NOV)
1 0 0 0 0
2 0 0 0 0
3 0 0 0 0
4 0 0 0 0
5 0 0 0 0
6 0 0 0 0
7 0 0 0 0
8 1 1 1 1
9 0 0 0 0
10 0 0 0 0
11 0 0 0 0
12 0 0 0 0
13 0 0 0 0
14 0 0 0 0
15 0 0 0 0
16 0 0 0 0
17 0 0 0 0
18 0 0 0 0
19 0 0 0 0
Ok
Annulla

Figura 6-5 Esempio sorgente puntuale con tipo di emissione a ciclo orario e stagionale

6.7 Modellazione del Building Downwash

Nel presente studio non è possibile considerare l'area in esame come un'area "ideale" in cui le sorgenti puntuali presenti sono molto elevate e poste in una zona completamente pianeggiante, priva di ostruzioni naturali o artificiali che possano indurre distorsioni al flusso delle masse d'aria, perché le sorgenti emissive in esame sono localizzate in un'area dove sono presenti altri edifici, di differenti altezze. Tali edifici determinano perturbazioni idrodinamiche sul plume delle sorgenti puntuali, determinando l'effetto noto come "Building Downwash".

Tale effetto a livello modellistico influenza le sorgenti puntuali, rappresentate nel caso in esame dai camini, per le quali può determinare incrementi di concentrazioni anche significative all'interno dell'area dove l'effetto stesso si esplica.

A tale scopo è stato pertanto effettuato uno studio specifico al fine di inserire tutti gli elementi in grado di influenzare la simulazione stessa.

In considerazione delle sorgenti emissive presenti all'interno del Data Center vengono modellati gli edifici più prossimi a questi, costituiti dagli edifici interni al Data center e dagli edifici più prossimi ad esso (cfr. Figura 6-8).

In merito alla metodologia alla base del calcolo del Building Downwash i risultati di molti esperimenti in galleria del vento hanno mostrato con precisione quale tipo di perturbazione ha luogo in presenza di edifici. A titolo esemplificativo, è stato considerato, per semplicità, un edificio a forma di parallelepipedo. Per prima cosa si deve sottolineare che, sopravvento all'edificio, il profilo verticale della velocità media del vento presenta normalmente il tipico andamento all'incirca logaritmico con la quota. L'orientamento dell'edificio è tale per cui due facce del parallelepipedo sono perpendicolari al vento medio, una sopravvento e l'altra sottovento. In pratica, ciò che si osserva è:

- una zona di stagnazione in corrispondenza della faccia sopravvento dell'edificio che si estende dal suolo a circa 2/3 dell'altezza dell'edificio stesso;
- una zona di ricircolazione posta sulla sommità del parallelepipedo ed in corrispondenza delle facce laterali parallele alla direzione del vento;
- una zona immediatamente a valle della faccia sottovento che rappresenta una cavità turbolenta causata dalla scia dell'edificio dove si instaura una circolazione vorticosa in media stagnante;
- una zona di scia turbolenta dove sono localizzate le principali perturbazioni al flusso che però comincia a sottrarsi alla cavità e ricomincia a disporsi sempre più in una situazione simile a quella imperturbata.

In Figura 6-6 è presentata in maggior dettaglio una sezione trasversale dell'edificio che consente di evidenziare agevolmente alcuni elementi d'interesse, dove H rappresenta l'altezza dell'edificio e L la dimensione longitudinale rispetto alla direzione del vento. Inoltre, si considera W, la proiezione dell'edificio trasversale alla direzione del vento.

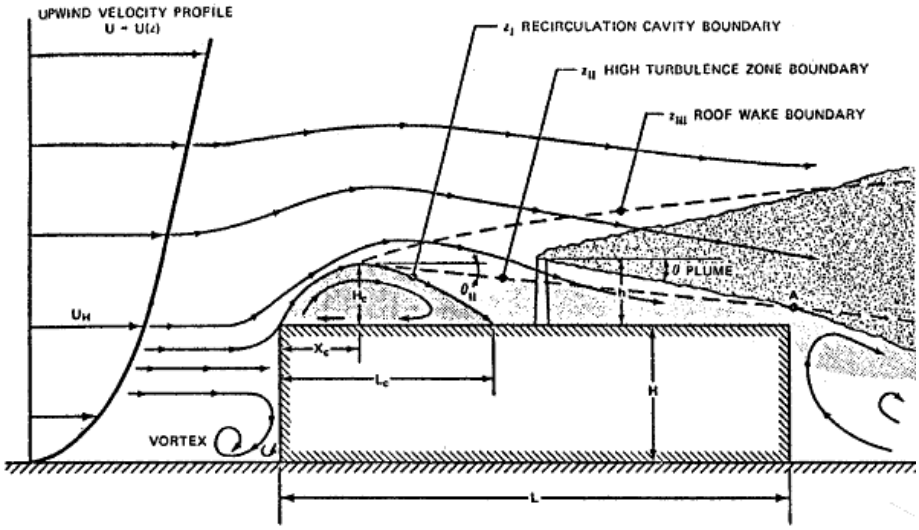

Figura 6-6 Perturbazione del flusso delle masse d'aria in presenza di un edificio

Queste distorsioni del flusso delle masse d'aria comportano ripercussioni di notevole entità sulla concentrazione degli inquinanti emessi da ciminiere poste alla sommità degli edifici o adiacenti agli stessi. In pratica, un edificio è considerato sufficientemente vicino ad una ciminiera per far sentire gli effetti di scia quando la distanza D tra la ciminiera e la parte dell'edificio più vicina è pari a:

$$D \leq 5\ Min\ (H, W)$$

Se con Lb si indica la minore tra l'altezza dell'edificio (H) e la sua proiezione trasversale alla direzione del vento (W), una regola semplice è quella di ritenere che esistano effetti sulla dispersione della ciminiera se quest'ultima si trova all'interno di un rettangolo costituito da:

- due linee perpendicolari alla direzione del vento, una ad una distanza sottovento dall'edificio pari a 5Lb e l'altra posta ad una distanza sopravvento pari a 2Lb,
- da due righe parallele alla direzione del vento, ciascuna posta ad una distanza pari a 0.5Lb dai lati dell'edificio, come illustrato nella Figura 6-7.

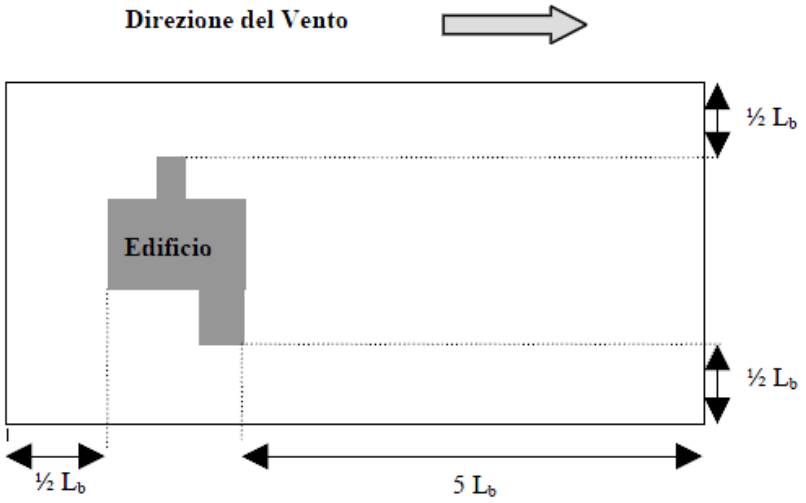

Figura 6-7 Definizione del rettangolo critico di influenza di un edificio

Se un camino, quindi, risulta localizzato all'interno di tale rettangolo critico, potrebbe essere influenzato dagli effetti di scia relativo ad uno o più edifici.

Dal punto di vista operativo attraverso la definizione in Calpuff delle coordinate e delle altezze degli edifici è stato possibile tener conto del fenomeno del building downwash.

Di seguito si riporta un'immagine ripresa da Google Earth, rappresentativa della modellazione degli edifici con Calpuff.

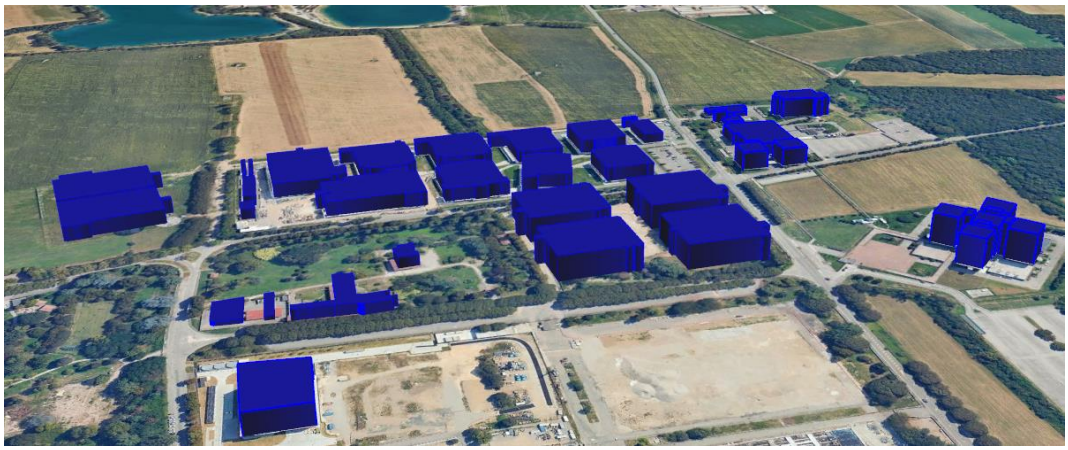

Figura 6-8 Modellazione building downwash

6.8 Scenari emissivi di riferimento

Le emissioni associate al sito oggetto di studio sono quelle generate dalla combustione di gasolio nei motori dei generatori d'emergenza a servizio degli edifici di progetto, il cui funzionamento è previsto solo in caso di eventi incidentali che comportino l'interruzione dell'alimentazione elettrica.

È prevista inoltre l'accensione dei generatori in occasione dell'ordinaria manutenzione degli stessi che prevede test trimestrali di funzionamento a pieno carico, come spiegato meglio di seguito.

Ogni generatore è dotato di un proprio camino per il convogliamento in atmosfera dei fumi di scarico provenienti dalla combustione.

Nel presente studio sono quindi state effettuate simulazioni modellistiche per la valutazione della dispersione degli inquinanti in atmosfera considerando i seguenti scenari:

- Scenario 1 - Emergenza: in tale scenario è stata simulata l'accensione contemporanea dei generatori di emergenza (esclusi quelli di backup) di un edificio, per 2 ore consecutive.
  In particolare, è stato considerato uno degli edifici caratterizzato da un maggior numero di generatori (10 totali), simulando quindi l'accensione contemporanea per 2 ore di 8 generatori, non considerando attivi i 2 di backup.
  A tale scopo, le simulazioni sono state effettuate considerando le emissioni dei generatori costanti e al 70% del carico per tutte le ore dell'anno solare preso come riferimento, in modo da stimare le concentrazioni che considerino le peggiori condizioni meteorologiche.
  I valori ottenuti sono stati quindi valutati per le ore o per il giorno risultati essere più gravosi, secondo la meteorologia, considerando le 2 ore di massimo funzionamento.

- Scenario 2 - Emergenza: in tale scenario è stata effettuata la simulazione dell'accensione contemporanea di tutti i generatori di progetto (78 totali, non considerando attivi i generatori di backup) per 2 ore consecutive.
  Esso è quindi rappresentativo di un caso eccezionale di blackout totale.
  A tale fine, analogamente a quanto fatto per lo scenario 1 appena descritto, le simulazioni sono state effettuate considerando le emissioni dei generatori costanti e al 70% del carico per tutte le ore dell'anno solare preso come riferimento, in modo da determinare le concentrazioni che considerino le peggiori condizioni meteorologiche.
  I valori ottenuti sono stati quindi valutati per le ore o per il giorno risultati essere più gravosi, secondo la meteorologia, considerando le 2 ore di massimo funzionamento.
- Scenario 3 - Manutenzione: per la fase di manutenzione ordinaria dei generatori di emergenza a servizio del Data center, è prevista l'accensione sequenziale di tutti i 103 generatori in progetto (compresi anche quelli di backup), un'ora ciascuno nelle sole ore diurne, con una frequenza trimestrale.
  Ciò comporta quindi l'attivazione del singolo generatore per 4 ore all'anno e della totalità dei generatori per 412 ore annue. Pertanto, in condizioni ordinarie, il funzionamento dei generatori di emergenza, previsto solo per lo svolgimento dei test di manutenzione, non supererà le 500 ore annue; le emissioni generate non sono dunque sottoposte a limiti normativi ai sensi della DGR Lombardia n. IX/3934.
  Allo scopo di ottenere le concentrazioni rappresentative dello scenario più gravoso in termini di emissioni in atmosfera, per lo scenario di manutenzione sono state effettuate 4 diverse simulazioni, modellizzando cautelativamente la diffusione degli inquinanti prodotti dai camini degli edifici più esterni e quindi più vicini ai recettori residenziali presenti. Si evidenzia che, in tal modo, i risultati ottenuti sono stati cautelativamente considerati anche per le sorgenti meno prossime ai recettori.
  Per ognuna di queste simulazioni è stata implementata l'accensione sequenziale dei camini (sorgenti puntuali) nelle ore diurne, attraverso l'utilizzo della funzione del software Calpuff che permette l'immissione dei fattori di emissione con ciclo orario e stagionale (cfr. Figura 6-5).
  Al fine di valutare le concentrazioni medie annue degli inquinanti di interesse, a ciascuna simulazione sono stati associati i camini appartenenti agli altri edifici, caratterizzati dallo stesso fattore di emissione (cfr. Allegato 2).
  Le concentrazioni massime orarie e giornaliere sono state invece cautelativamente valutate considerando per ogni recettore i valori più alti ottenuti nelle 4 simulazioni effettuate.

  Si sottolinea che nello scenario di manutenzione le emissioni dei generatori sono considerate al 100% del carico.

Nelle tabelle dell'Allegato 1 e dell'Allegato 2 del presente studio sono riportate le caratteristiche emissive dei camini di progetto (le sorgenti emissive puntuali) negli scenari di emergenza e nello scenario di manutenzione.

6.8.1 Risultati Scenario 1 - Emergenza

Di seguito si riportano i risultati delle simulazioni eseguite con la metodologia Calpuff per lo scenario 1 di emergenza descritto precedentemente, che hanno portato alla stima delle concentrazioni di PM10, NOx, NO_2 e CO.
In particolare, sono stati analizzati:

- PM10: medie annue e massimi giornalieri;
- NO_2: media annua e massimi orari;
- NOx: media annua;
- CO: concentrazioni massime medie su 8 ore consecutive.

A tali valori è stato poi sommato il fondo di qualità dell'aria registrato dalle Centraline ARPA prese come riferimento nell'analisi (cfr. Tabella 4-7), al fine ultimo di stimare la qualità dell'aria complessiva e verificare il rispetto dei limiti normativi per ogni inquinante di interesse.

6.8.1.1 PM10

Concentrazioni medie annue

Nella seguente tabella sono riportati i risultati stimati in corrispondenza dei recettori considerati, in termini di concentrazione media annua di PM10.

Recettori	**Concentrazioni medie annue di PM10 (µg/m³)**	**Media annua di PM10 registrata dalla centralina di riferimento – Anno 2023 (µg/m³)**	**Qualità dell'aria complessiva (µg/m³)**	**Limite normativo (µg/m³)**
R1	0,0013	27	27,0013	40
R2	0,0021		27,0021	
R3	0,0014		27,0014	
R4	0,0016		27,0016	
R5	0,0018		27,0018	
R6	0,0017		27,0017	
R7	0,0011		27,0011	
R8	0,0013		27,0013	

Tabella 6-4 Concentrazioni medie annue di PM10 – Scenario 1 di emergenza

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore si trova in corrispondenza di R2 ed è pari a 0,0021 µg/m³; quindi, risulta essere basso rispetto al limite normativo per la protezione della salute umana pari a 40 µg/m³, anche considerando il valore di fondo della centralina di riferimento di 27 µg/m³.

Di seguito si riporta la mappa di isoconcentrazione per lo Scenario 1 – Emergenza relativa alle concentrazioni medie annue di PM10 ottenute mediante la simulazione modellistica.

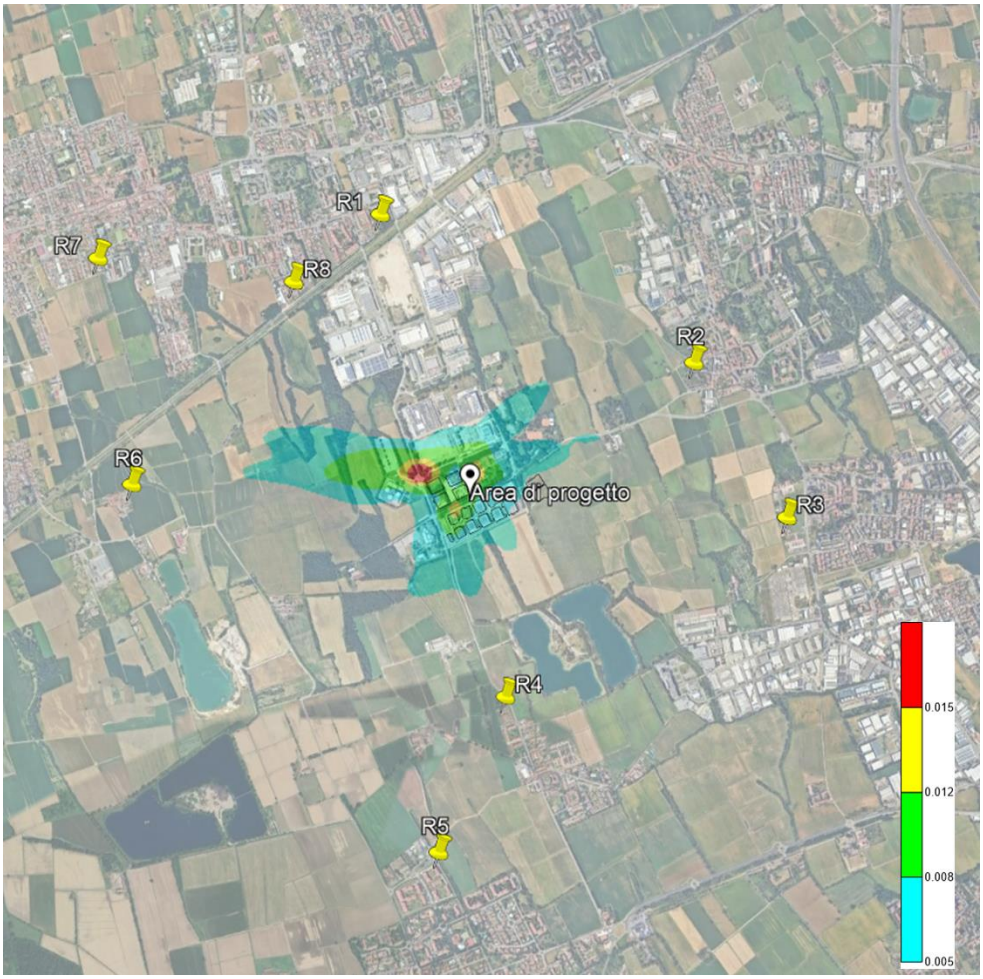

Figura 6-9 Mappa di isoconcentrazione della media annua di PM10 – Scenario 1 di emergenza

Concentrazioni massime giornaliere

Nella seguente tabella sono riportati i risultati emersi in corrispondenza dei recettori considerati, in termini di concentrazioni massime giornaliere di PM10.

Recettori	**Concentrazioni massime giornaliere di PM10 (µg/m³)**	**Media annua di PM10 registrata dalla centralina di riferimento – Anno 2023 (µg/m³)**	**Qualità dell'aria complessiva (µg/m³)**	**Limite normativo (µg/m³)**
R1	0,4670	27	27,4670	50
R2	1,2613		28,2613	
R3	0,8572		27,8572	
R4	1,2996		28,2996	

Recettori	Concentrazioni massime giornaliere di PM10 (µg/m³)	Media annua di PM10 registrata dalla centralina di riferimento – Anno 2023 (µg/m³)	Qualità dell'aria complessiva (µg/m³)	Limite normativo (µg/m³)
R5	1,0191		28,0191	
R6	0,9276		27,9276	
R7	0,3697		27,3697	
R8	0,5732		27,5732	

Tabella 6-5 Concentrazioni massime giornaliere di PM10 – Scenario 1 di emergenza

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore, in corrispondenza di R4, sia pari a 1,2996 µg/m³, e che risulta essere basso rispetto al limite normativo per la protezione della salute umana pari a 50 µg/m³ da non superare più di 35 giorni all'anno, anche considerando il valore di fondo della centralina di riferimento.

Di seguito si riporta la mappa di isoconcentrazione per lo Scenario 1 – Emergenza relativa alle concentrazioni massime giornaliere di PM10 ottenute mediante la simulazione modellistica.

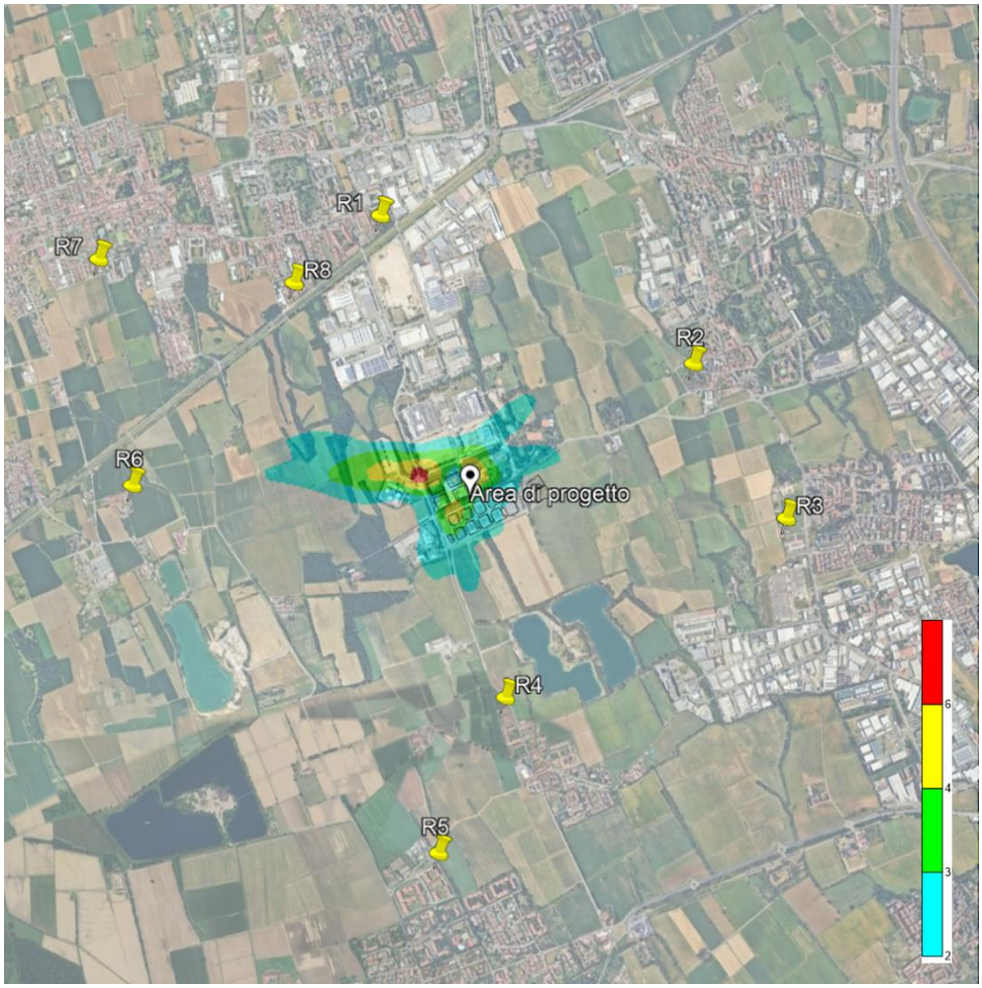

Figura 6-10 Mappa di isoconcentrazione della massima giornaliera di PM10 – Scenario 1 di emergenza

6.8.1.1.1 NO_2

Il limite normativo riguardante la salute umana è relativo all'NO_2, per tale ragione di seguito sono riportati, presso i recettori residenziali, i valori dell'NOx trasformati in NO_2, ottenuti considerando le equazioni descritte nel paragrafo 4.4.1, di seguito riportate:

- per $0< NOx \leq 276{,}4$ µg/m^3 : $y = -0{,}0011\ x^2 + 0{,}608\ x$;
- per NOx >276,4 µg/m^3: $y = 0{,}1\ x + 56{,}38$.

Concentrazioni medie annue

Nella seguente tabella sono riportati i risultati stimati in corrispondenza dei recettori considerati, in termini di concentrazione media annua di NO_2.

Recettori	**Concentrazioni medie annue di NO_2 (µg/m^3)**	**Media annua di NO_2 registrata dalla centralina di riferimento – Anno 2023 (µg/m^3)**	**Qualità dell'aria complessiva (µg/m^3)**	**Limite normativo (µg/m^3)**
R1	0,0240	35	35,0240	40
R2	0,0310		35,0310	
R3	0,0251		35,0251	
R4	0,0267		35,0267	
R5	0,0284		35,0284	
R6	0,0273		35,0273	
R7	0,0220		35,0220	
R8	0,0243		35,0243	

Tabella 6-6 Concentrazioni medie annue di NO_2 – Scenario 1 di emergenza

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore si trova in corrispondenza di R2 ed è pari a 0,031 µg/m^3; quindi, risulta essere basso rispetto al limite normativo per la protezione della salute umana pari a 40 µg/m^3, anche considerando il valore di fondo della centralina di riferimento di 35 µg/m^3.

Di seguito si riporta la mappa di isoconcentrazione per lo Scenario 1 – Emergenza relativa alle concentrazioni medie annue di NO_2 ottenute mediante la simulazione modellistica.

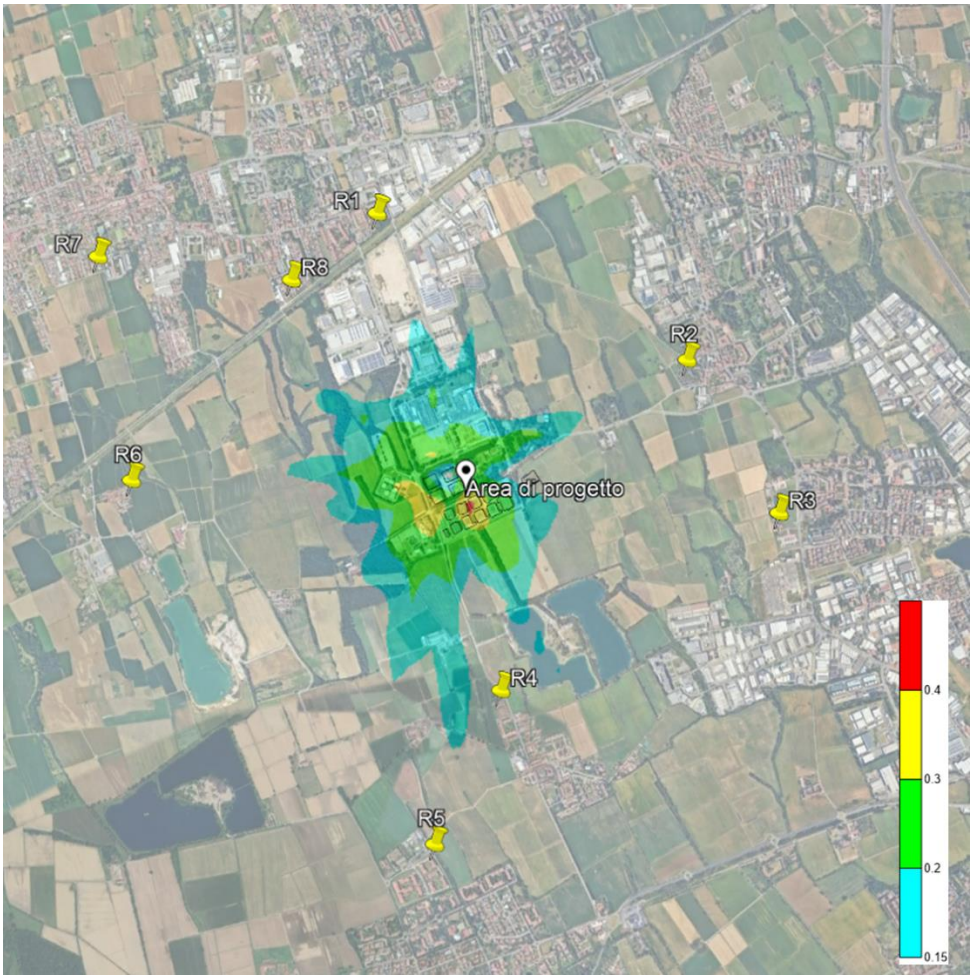

Figura 6-11 Mappa di isoconcentrazione della media annua di NO_2 – Scenario 1 di emergenza

Concentrazioni massime orarie

Nella seguente tabella sono riportati i risultati emersi in corrispondenza dei recettori considerati, in termini di concentrazioni massime orarie di NO_2.

Recettori	**Concentrazioni massime orarie di NO_2 (µg/m³)**	**Media annua di NO_2 registrata dalla centralina di riferimento – Anno 2023 (µg/m³)**	**Qualità dell'aria complessiva (µg/m³)**	**Limite normativo (µg/m³)**
R1	111,02	35	146,02	200
R2	140,59		175,59	
R3	112,81		147,81	
R4	118,53		153,53	
R5	131,31		166,31	
R6	129,41		164,41	

Recettori	Concentrazioni massime orarie di NO_2 ($\mu g/m^3$)	Media annua di NO_2 registrata dalla centralina di riferimento – Anno 2023 ($\mu g/m^3$)	Qualità dell'aria complessiva ($\mu g/m^3$)	Limite normativo ($\mu g/m^3$)
R7	98,81		133,81	
R8	107,56		142,56	

Tabella 6-7 Concentrazioni massime orarie di NO_2 – Scenario 1 di emergenza

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore, in corrispondenza di R2, sia pari a 140,59 $\mu g/m^3$, e che risulta essere basso rispetto al limite normativo per la protezione della salute umana pari a 200 $\mu g/m^3$ da non superare più di 18 volte all'anno, anche considerando il valore di fondo della centralina di riferimento.

Di seguito si riporta la mappa di isoconcentrazione per lo Scenario 1 – Emergenza relativa alle concentrazioni massime orarie di NO_2 ottenute mediante la simulazione modellistica.

Figura 6-12 Mappa di isoconcentrazione della massima oraria di NO_2 – Scenario 1 di emergenza

6.8.1.1.1 NOx

Concentrazioni medie annue

Il limite normativo dell'NOx è relativo alla vegetazione, pertanto nella seguente tabella sono riportati i risultati stimati in corrispondenza dei recettori vegetazionali considerati, in termini di concentrazione media annua di NOx.

Recettori	**Concentrazioni medie annue di NOx (µg/m³)**	**Media annua di NOx registrata dalla centralina di riferimento – Anno 2023 (µg/m³)**	**Percentuale rispetto al fondo (%)**	**Limite normativo (µg/m³)**
V1	0,0933	69	0,135%	30
V2	0,0594		0,086%	

Tabella 6-8 Concentrazioni medie annue di NOx– Scenario 1 di emergenza

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore si trova in corrispondenza di V1 ed è pari a 0,0993 µg/m³; quindi, risulta essere basso rispetto al limite normativo per la protezione della vegetazione pari a 30 µg/m³.

In considerazione del fatto che il valore di fondo rilevato dalla centralina di riferimento per l'NOx (cfr. Tabella 4-7), è di per sé superiore a tale limite, nella precedente tabella è stato calcolato il valore percentuale delle concentrazioni stimate presso i recettori rispetto al valore di fondo (69 µg/m³). Tale valore risulta essere minore dell'1% per entrambi i recettori analizzati.

Di seguito si riporta la mappa di isoconcentrazione per lo Scenario 1 – Emergenza relativa alle concentrazioni medie annue di NOx ottenute mediante la simulazione modellistica.

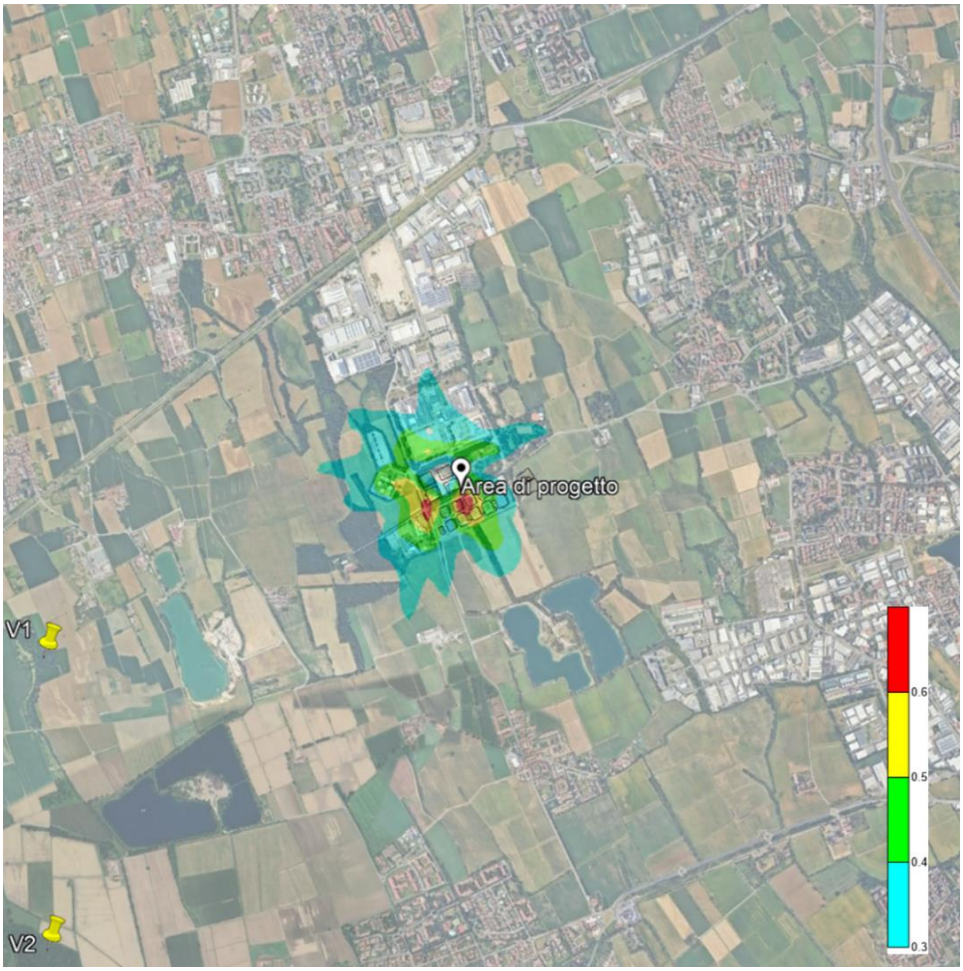

Figura 6-13 Mappa di isoconcentrazione della media annua di NOx – Scenario 1 di emergenza

6.8.1.2 CO

Concentrazioni massime medie calcolate su 8 ore consecutive

Nella seguente tabella sono riportati i risultati stimati in corrispondenza dei recettori considerati, in termini di concentrazione massima media calcolate su 8 ore consecutive di CO.

Recettori	Concentrazioni massime medie calcolate su 8 ore consecutive (mg/m³)	Media annua di CO registrata dalla centralina di riferimento – Anno 2023 (mg/m³)	Qualità dell'aria complessiva (mg/m³)	Limite normativo (mg/m³)
R1	0,0571	0,8	0,8571	10
R2	0,1208		0,9208	
R3	0,1026		0,9026	
R4	0,1074		0,9074	

Recettori	Concentrazioni massime medie calcolate su 8 ore consecutive (mg/m^3)	Media annua di CO registrata dalla centralina di riferimento – Anno 2023 (mg/m^3)	Qualità dell'aria complessiva (mg/m^3)	Limite normativo (mg/m^3)
R5	0,1152		0,9152	
R6	0,1201		0,9201	
R7	0,0743		0,8743	
R8	0,0709		0,8709	

Tabella 6-9 Concentrazioni massime medie calcolate su 8 ore consecutive di CO – Scenario 1 di emergenza

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore si trova in corrispondenza di R2 ed è pari a 0,1208 mg/m^3; quindi, risulta essere basso rispetto al limite normativo per la protezione della salute umana pari a 10 mg/m^3, anche considerando il valore di fondo della centralina di riferimento di 0,8 mg/m^3.

Di seguito si riporta la mappa di isoconcentrazione per lo Scenario 1 – Emergenza relativa alle concentrazioni massime medie calcolate su 8 ore consecutive di CO ottenute mediante la simulazione modellistica.

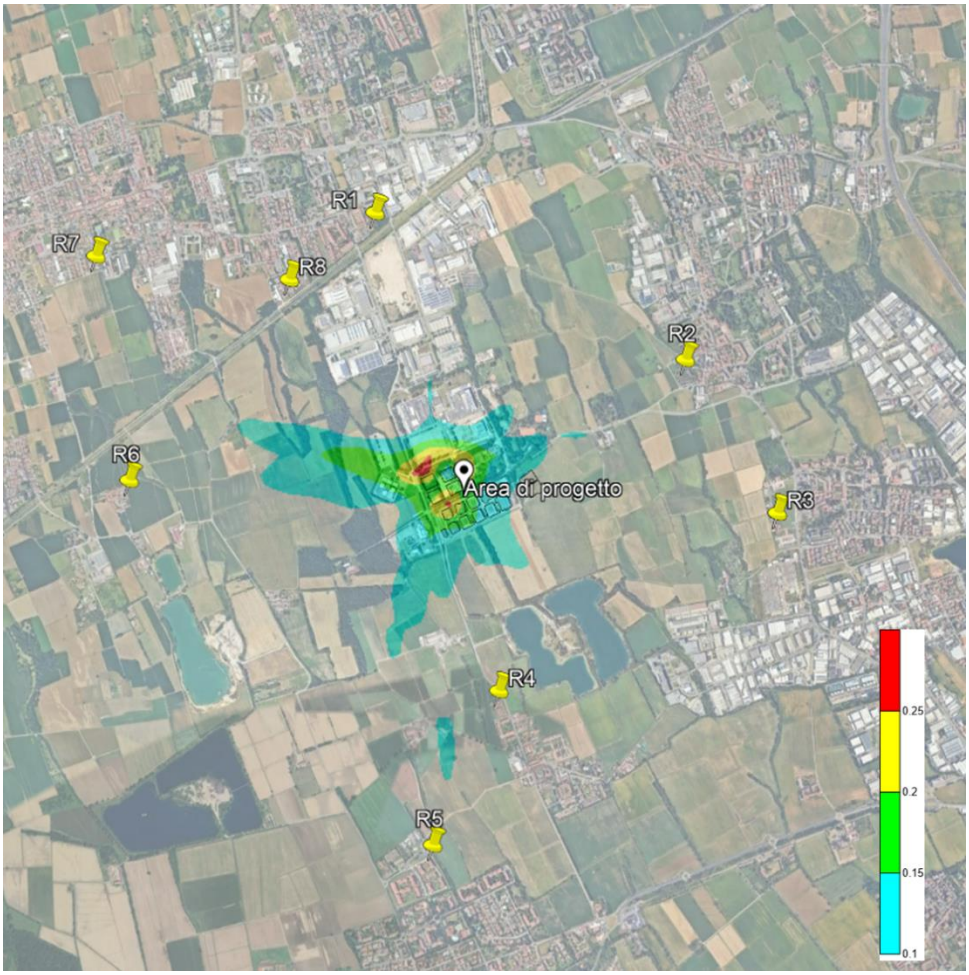

Figura 6-14 Mappa di isoconcentrazione delle massime medie calcolate su 8 ore consecutive di CO – Scenario 1 di emergenza

Stante le risultanze delle analisi effettuate per lo Scenario 1 di emergenza appena riportate, si può concludere che, anche in considerazione del contributo della qualità dell'aria locale per gli inquinanti di interesse, le concentrazioni stimate risultano sempre al di sotto dei limiti normativi per la protezione della salute umana per tutti gli inquinanti analizzati.

Per quanto riguarda l'NOx, per cui esiste il limite normativo per la protezione della vegetazione, si ricorda che il valore di fondo rilevato dalla centralina di riferimento è di per sé superiore a tale limite, e che i valori stimati nei punti recettori vegetazionali considerati sono risultati essere pari a meno dell'1% rispetto ad esso.

6.8.2 Risultati Scenario 2 - Emergenza

Di seguito si riportano i risultati delle simulazioni eseguite con la metodologia Calpuff per lo scenario 2 di emergenza descritto precedentemente, che hanno portato alla stima delle concentrazioni di PM10, NOx, NO_2 e CO.

In particolare, sono stati analizzati:

- PM10: medie annue e massimi giornalieri;
- NO_2: media annua e massimi orari;
- NOx: media annua;
- CO: concentrazioni massime medie su 8 ore consecutive.

A tali valori è stato poi sommato il fondo di qualità dell'aria registrato dalle Centraline ARPA prese come riferimento nell'analisi (cfr. Tabella 4-7), al fine ultimo di stimare la qualità dell'aria complessiva e verificare il rispetto dei limiti normativi per ogni inquinante di interesse.

6.8.2.1 PM10

Concentrazioni medie annue

Nella seguente tabella sono riportati i risultati stimati in corrispondenza dei recettori considerati, in termini di concentrazione media annua di PM10.

Recettori	Concentrazioni medie annue di PM10 (µg/m³)	Media annua di PM10 registrata dalla centralina di riferimento – Anno 2023 (µg/m³)	Qualità dell'aria complessiva (µg/m³)	Limite normativo (µg/m³)
R1	0,0071	27	27,0071	40
R2	0,0148		27,0148	
R3	0,0100		27,0100	
R4	0,0117		27,0117	
R5	0,0113		27,0113	
R6	0,0095		27,0095	
R7	0,0047		27,0047	
R8	0,0068		27,0068	

Tabella 6-10 Concentrazioni medie annue di PM10 – Scenario 2 di emergenza

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore si trova in corrispondenza di R2 ed è pari a 0,0148 µg/m³; quindi, risulta essere basso rispetto al limite normativo per la protezione della salute umana pari a 40 µg/m³, anche considerando il valore di fondo della centralina di riferimento di 27 µg/m³.

Di seguito si riporta la mappa di isoconcentrazione per lo Scenario 2 – Emergenza relativa alle concentrazioni medie annue di PM10 ottenute mediante la simulazione modellistica.

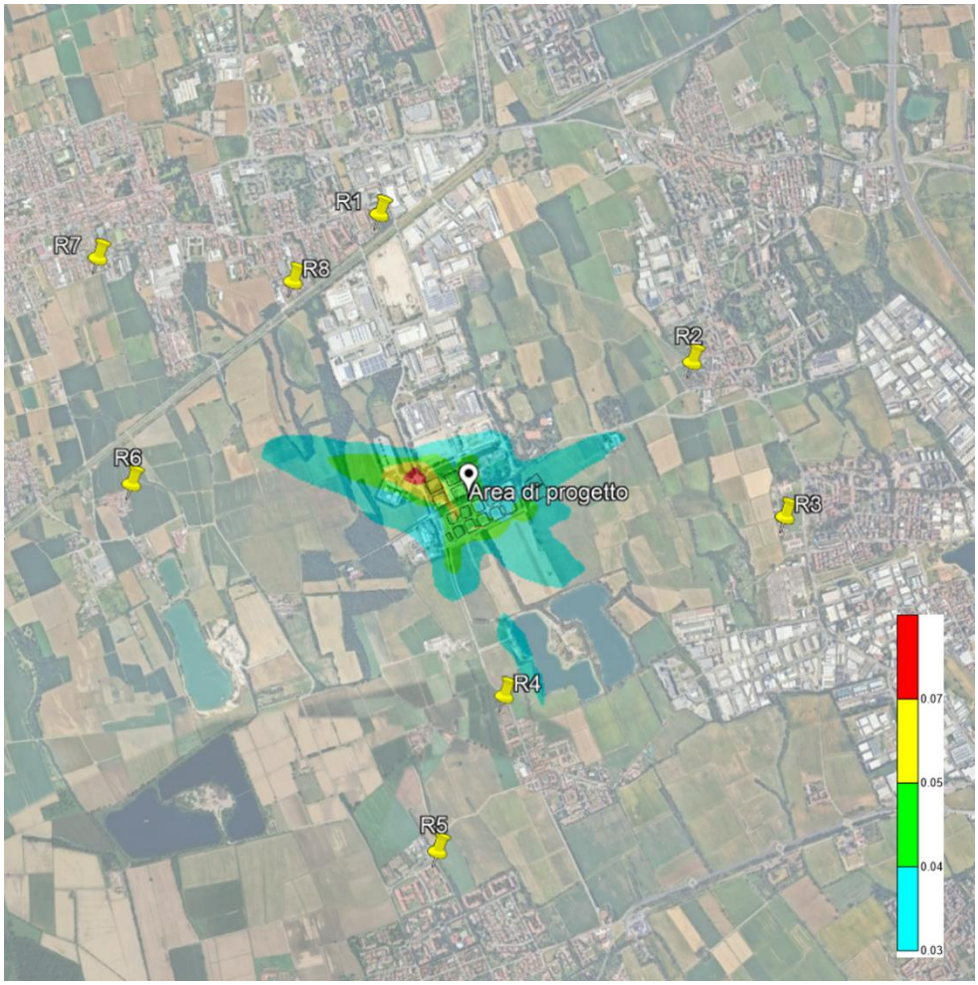

Figura 6-15 Mappa di isoconcentrazione della media annua di PM10 – Scenario 2 di emergenza

Concentrazioni massime giornaliere

Nella seguente tabella sono riportati i risultati emersi in corrispondenza dei recettori considerati, in termini di concentrazioni massime giornaliere di PM10.

Recettori	Concentrazioni massime giornaliere di PM10 (µg/m³)	Media annua di PM10 registrata dalla centralina di riferimento – Anno 2023 (µg/m³)	Qualità dell'aria complessiva (µg/m³)	Limite normativo (µg/m³)
R1	2,6833	27	29,6833	50
R2	6,3244		33,3244	
R3	6,6646		33,6646	
R4	7,8535		34,8535	
R5	5,1397		32,1397	

Recettori	Concentrazioni massime giornaliere di PM10 (µg/m³)	Media annua di PM10 registrata dalla centralina di riferimento – Anno 2023 (µg/m³)	Qualità dell'aria complessiva (µg/m³)	Limite normativo (µg/m³)
R6	6,0329		33,0329	
R7	2,3816		29,3816	
R8	3,3745		30,3745	

Tabella 6-11 Concentrazioni massime giornaliere di PM10 – Scenario 2 di emergenza

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore, in corrispondenza di R4, sia pari a 7,8535 µg/m³, e che risulta essere basso rispetto al limite normativo per la protezione della salute umana pari a 50 µg/m³ da non superare più di 35 giorni all'anno, anche considerando il valore di fondo della centralina di riferimento.

Di seguito si riporta la mappa di isoconcentrazione per lo Scenario 2 – Emergenza relativa alle concentrazioni massime giornaliere di PM10 ottenute mediante la simulazione modellistica.

Figura 6-16 Mappa di isoconcentrazione della massima giornaliera di PM10 – Scenario 2 di emergenza

6.8.2.1.1 NO_2

Il limite normativo riguardante la salute umana è relativo all'NO_2, per tale ragione di seguito sono riportati, presso i recettori residenziali, i valori dell'NOx trasformati in NO_2 , ottenuti considerando le equazioni descritte nel paragrafo 4.4.1, di seguito riportate:

- per $0< NOx \leq 276{,}4$ µg/m^3 : $y = -0{,}0011\ x^2 + 0{,}608\ x$;
- per NOx >276,4 µg/m^3: $y = 0{,}1\ x + 56{,}38$.

Concentrazioni medie annue

Nella seguente tabella sono riportati i risultati stimati in corrispondenza dei recettori considerati, in termini di concentrazione media annua di NO_2.

Recettori	**Concentrazioni medie annue di NO_2 (µg/m^3)**	**Media annua di NO_2 registrata dalla centralina di riferimento – Anno 2023 (µg/m^3)**	**Qualità dell'aria complessiva (µg/m^3)**	**Limite normativo (µg/m^3)**
R1	0,0644	35	35,0644	40
R2	0,1185		35,1185	
R3	0,0854		35,0854	
R4	0,0934		35,0934	
R5	0,0870		35,0870	
R6	0,0852		35,0852	
R7	0,0525		35,0525	
R8	0,0666		35,0666	

Tabella 6-12 Concentrazioni medie annue di NO_2 – Scenario 2 di emergenza

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore si trova in corrispondenza di R2 ed è pari a 0,1185 µg/m^3; quindi, risulta essere basso rispetto al limite normativo per la protezione della salute umana pari a 40 µg/m^3, anche considerando il valore di fondo della centralina di riferimento di 35 µg/m^3.

Di seguito si riporta la mappa di isoconcentrazione per lo Scenario 2 – Emergenza relativa alle concentrazioni medie annue di NO_2 ottenute mediante la simulazione modellistica.

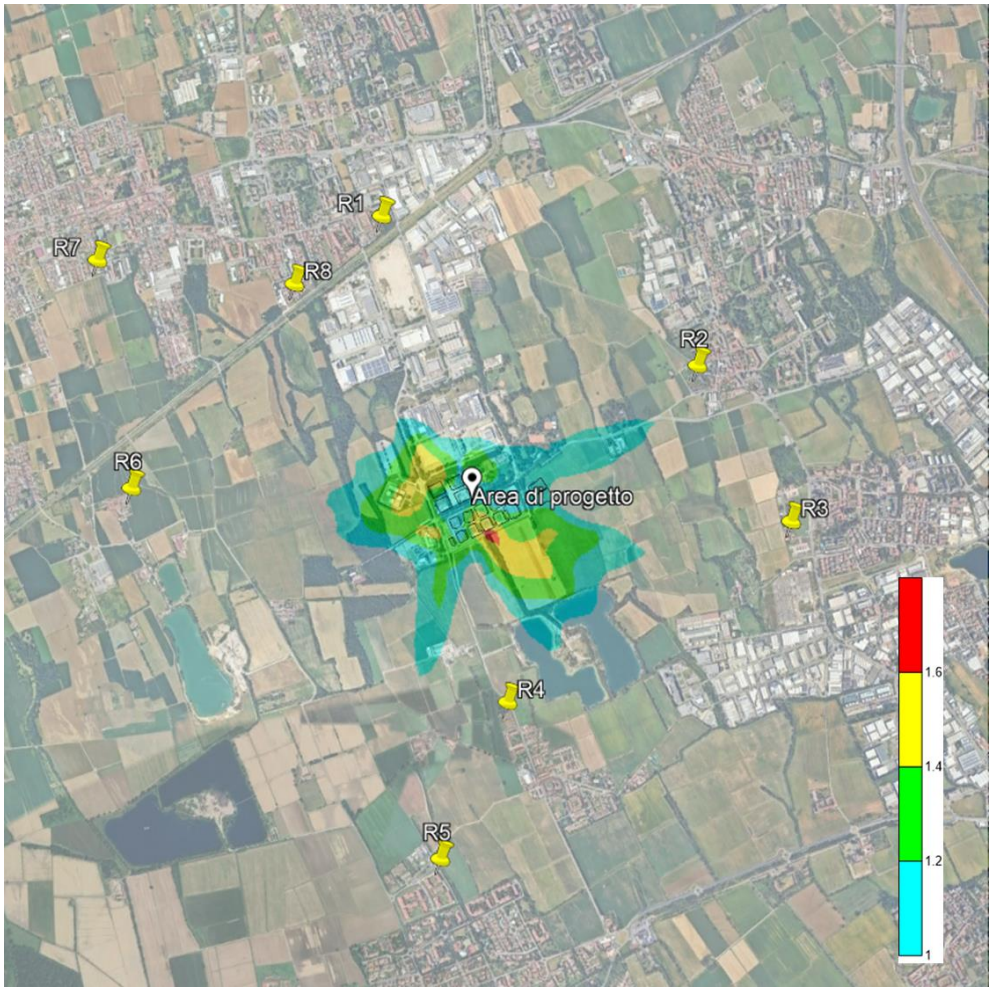

Figura 6-17 Mappa di isoconcentrazione della media annua di NO_2 – Scenario 2 di emergenza

Concentrazioni massime orarie

Nella seguente tabella sono riportati i risultati emersi in corrispondenza dei recettori considerati, in termini di concentrazioni massime orarie di NO_2.

Recettori	**Concentrazioni massime orarie di NO_2 (µg/m³)**	**Media annua di NO_2 registrata dalla centralina di riferimento – Anno 2023 (µg/m³)**	**Limite normativo (µg/m³)**
R1	287,71	35	200
R2	594,06		
R3	403,57		
R4	411,16		
R5	407,86		

Recettori	Concentrazioni massime orarie di NO_2 ($\mu g/m^3$)	Media annua di NO_2 registrata dalla centralina di riferimento – Anno 2023 ($\mu g/m^3$)	Limite normativo ($\mu g/m^3$)
R6	447,52		
R7	235,06		
R8	296,27		

Tabella 6-13 Concentrazioni massime orarie di NO_2 – Scenario 2 di emergenza

Dall'osservazione della precedente tabella è possibile affermare che i valori di concentrazione massima oraria stimati risultano essere più alti rispetto al limite normativo per la protezione della salute umana pari a 200 $\mu g/m^3$, da non superare più di 18 volte all'anno secondo il D.Lgs. 155/2010.

Si ricorda che tali risultati sono relativi alla simulazione dello scenario di emergenza in cui è stata ipotizzata l'accensione contemporanea, per 2 ore, dei generatori di emergenza di tutti gli edifici (esclusi quelli di backup), ossia uno scenario rappresentativo di un caso eccezionale di blackout totale.

Stante ciò, si sottolinea che i risultati riportati nella tabella precedente rappresentano solamente il primo dei 18 superamenti previsti dal D.Lgs. 155/2010 sopra citato.

Di seguito si riporta la mappa di isoconcentrazione per lo Scenario 2 – Emergenza relativa alle concentrazioni massime orarie di NO_2 ottenute mediante la simulazione modellistica.

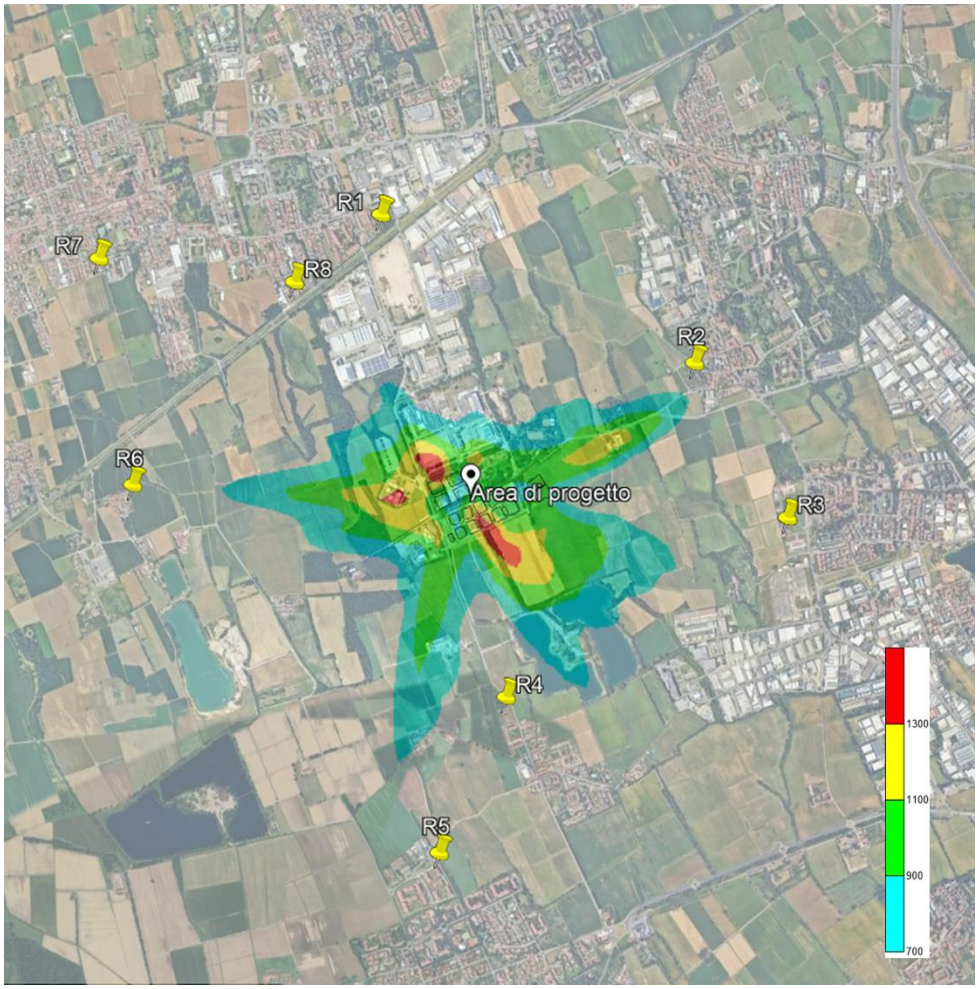

Figura 6-18 Mappa di isoconcentrazione della massima oraria di NO_2 – Scenario 2 di emergenza

6.8.2.1.2 NOx

Concentrazioni medie annue

Il limite normativo dell'NOx è relativo alla vegetazione, pertanto nella seguente tabella sono riportati i risultati stimati in corrispondenza dei recettori vegetazionali considerati, in termini di concentrazione media annua di NOx.

Recettori	Concentrazioni medie annue di NOx (µg/m³)	Media annua di NOx registrata dalla centralina di riferimento – Anno 2023 (µg/m³)	Percentuale rispetto al fondo (%)	Limite normativo (µg/m³)
V1	0,4031	69	0,58%	30
V2	0,2809		0,41%	

Tabella 6-14 Concentrazioni medie annue di NOx– Scenario 2 di emergenza

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore si trova in corrispondenza di V1 ed è pari a 0,4031 µg/m^3; quindi, risulta essere basso rispetto al limite normativo pari a 30 µg/m^3.

In considerazione del fatto che il valore di fondo rilevato dalla centralina di riferimento per l'NOx (cfr. Tabella 4-7) è di per sé superiore a tale limite, nella precedente tabella è stato calcolato il valore percentuale delle concentrazioni stimate presso i recettori rispetto al valore di fondo (69 µg/m^3). Tale valore risulta essere minore dell'1% per entrambi i recettori analizzati.

Di seguito si riporta la mappa di isoconcentrazione per lo Scenario 2 – Emergenza relativa alle concentrazioni medie annue di NOx ottenute mediante la simulazione modellistica.

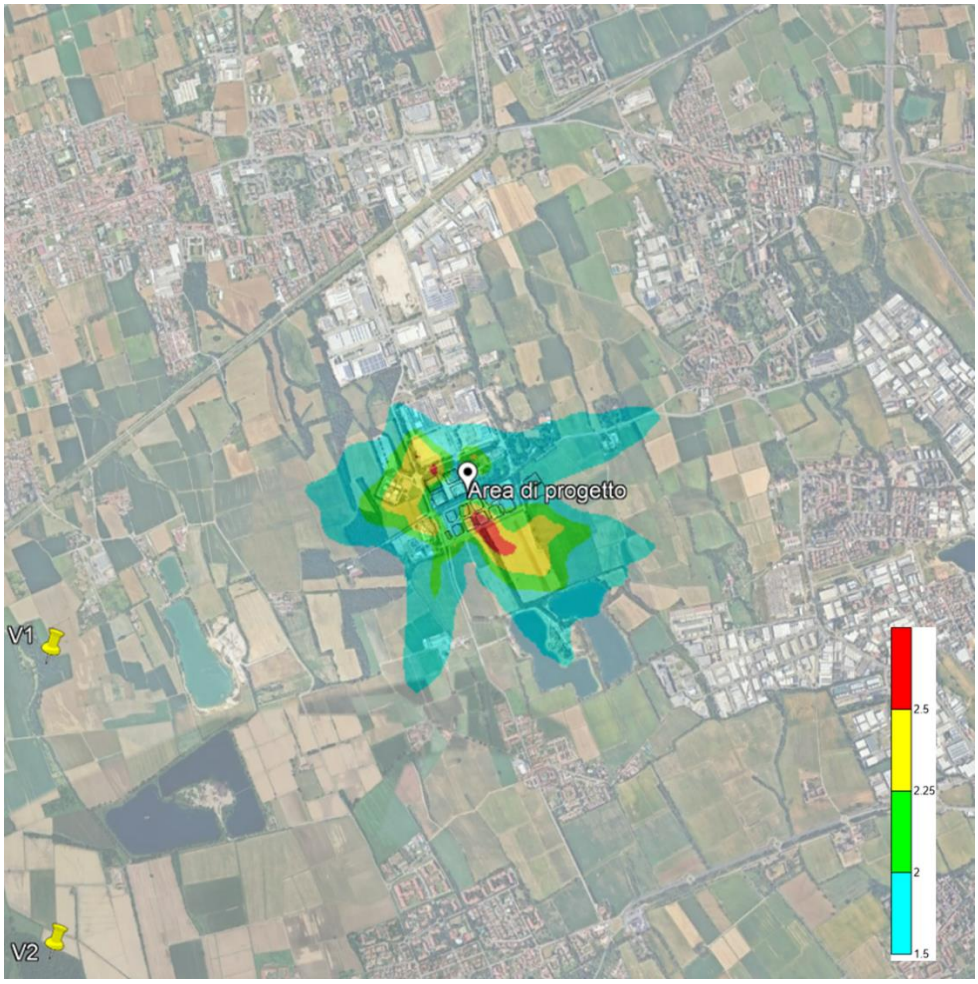

Figura 6-19 Mappa di isoconcentrazione della media annua di NOx – Scenario 2 di emergenza

6.8.2.2 CO

Concentrazioni massime medie calcolate su 8 ore consecutive

Nella seguente tabella sono riportati i risultati stimati in corrispondenza dei recettori considerati, in termini di concentrazione massima media calcolate su 8 ore consecutive di CO.

Recettori	Concentrazioni massime medie calcolate su 8 ore consecutive (mg/m^3)	Media annua di CO registrata dalla centralina di riferimento – Anno 2023 (mg/m^3)	Qualità dell'aria complessiva (mg/m^3)	Limite normativo (mg/m^3)
R1	1,3051	0,8	2,1051	10
R2	3,6054		4,4054	
R3	2,5153		3,3153	
R4	5,1480		5,9480	
R5	4,8666		5,6666	
R6	2,9048		3,7048	
R7	1,3376		2,1376	
R8	1,8308		2,6308	

Tabella 6-15 Concentrazioni massime medie calcolate su 8 ore consecutive di CO – Scenario 2 di emergenza

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore si trova in corrispondenza di R4 ed è pari a 5,148 mg/m^3; quindi, risulta essere basso rispetto al limite normativo per la protezione della salute umana pari a 10 mg/m^3, anche considerando il valore di fondo della centralina di riferimento di 0,8 mg/m^3.

Di seguito si riporta la mappa di isoconcentrazione per lo Scenario 2 – Emergenza relativa alle concentrazioni massime medie calcolate su 8 ore consecutive di CO ottenute mediante la simulazione modellistica.

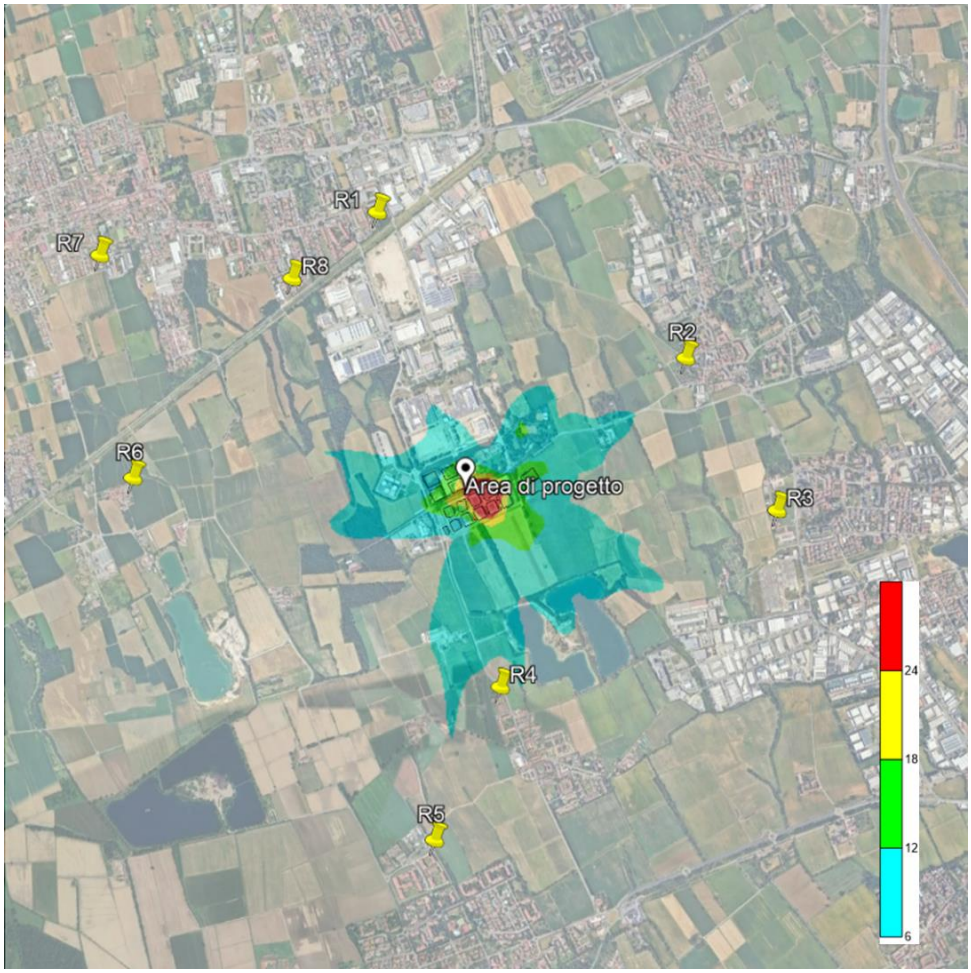

Figura 6-20 Mappa di isoconcentrazione delle massime medie calcolate su 8 ore consecutive di CO – Scenario 2 di emergenza

Stante le risultanze delle analisi effettuate per lo Scenario 2 di emergenza appena riportate, si può concludere che, anche in considerazione del contributo del valore di fondo rilevato dalle centraline di riferimento per la qualità dell'aria locale, le concentrazioni stimate risultano essere al di sotto dei limiti normativi per la protezione della salute umana.

Per le concentrazioni massime orarie dell'NO_2, è bene ricordare che il limite normativo è pari a 200 µg/m^3, da non superare più di 18 volte all'anno. Si ricorda inoltre che i risultati ottenuti presso i recettori residenziali considerati (cfr. Tabella 6-13) sono relativi alla simulazione dello Scenario 2 di emergenza in cui è stata ipotizzata l'accensione contemporanea, per 2 ore, dei generatori di tutti gli edifici (esclusi quelli di backup), ossia uno scenario rappresentativo di un caso eccezionale di blackout totale. Pertanto, tali risultati rappresentano solamente il primo dei 18 superamenti previsti dal D.Lgs. 155/2010.

Per quanto riguarda l'NOx, per cui esiste il limite normativo per la protezione della vegetazione, si ricorda che il valore di fondo rilevato dalla centralina di riferimento è di per sé superiore a tale limite, e che i valori stimati nei punti recettori vegetazionali considerati sono risultati essere pari a meno dell'1% rispetto ad esso.

6.8.3 Risultati Scenario 3 - Manutenzione

Di seguito si riportano i risultati delle simulazioni eseguite con la metodologia Calpuff per lo Scenario 3 - Manutenzione descritto precedentemente, che hanno portato alla stima delle concentrazioni di PM10, NOx, NO_2 e CO.
In particolare, sono stati analizzati:

- PM10: medie annue e massimi giornalieri;
- NO_2: media annua e massimi orari;
- NOx: media annua;
- CO: concentrazioni massime medie su 8 ore consecutive.

A tali valori è stato poi sommato il fondo di qualità dell'aria registrato dalle Centraline ARPA prese come riferimento nell'analisi (cfr. Tabella 4-7), al fine ultimo di stimare la qualità dell'aria complessiva e verificare il rispetto dei limiti normativi per ogni inquinante di interesse.

Allo scopo di visualizzare quali saranno i Comuni interessati dalle esposizioni legate al progetto in esame, come richiesto nell'ambito degli aspetti sanitari all'interno delle *"Linee guida per le procedure di valutazione ambientale dei Data center"* (adottate dal Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica con D.D. VA n. 257 del 02/08/2024), nelle mappe di isoconcentrazione sono mostrati anche i confini comunali.
Si sottolinea che ciò viene effettuato:

- per le simulazioni modellistiche dello scenario di manutenzione (e non di emergenza), in quanto la manutenzione dei generatori è un'attività prevista in condizioni ordinarie (e non una possibilità);
- nelle mappe di isoconcentrazione relative alle medie annue degli inquinanti per cui esiste il limite normativo annuo per la protezione della salute umana, ossia PM10 e NO_2. Si ritiene, infatti, in considerazione dello scopo di tale verifica, di poter considerare il valore medio annuo più rappresentativo della situazione rispetto ai valori massimi, che sono maggiormente influenzati dalla variabilità meteorologica.

Inoltre, si ricorda che le concentrazioni massime orarie e giornaliere sono state cautelativamente valutate considerando per ogni recettore i valori più alti ottenuti dai 4 scenari simulati. Stante ciò, in questo scenario non sono state realizzate le mappe di isoconcentrazione relative a tali valori, in quanto sarebbero stati presi in considerazione i valori massimi della 4 griglie dei recettori ottenute dalle 4 simulazioni e non sarebbero quindi state ottenute mappe di isoconcentrazione rappresentative della situazione.

6.8.3.1 PM10

Concentrazioni medie annue

Nella seguente tabella sono riportati i risultati stimati in corrispondenza dei recettori considerati, in termini di concentrazione media annua di PM10.

Recettori	Concentrazioni medie annue di PM10 (µg/m³)	Media annua di PM10 registrata dalla centralina di riferimento – Anno 2023 (µg/m³)	Qualità dell'aria complessiva (µg/m³)	Limite normativo (µg/m³)
R1	0,0032	27	27,0032	40
R2	0,0055		27,0055	
R3	0,0060		27,0060	
R4	0,0054		27,0054	
R5	0,0024		27,0024	
R6	0,0046		27,0046	
R7	0,0018		27,0018	
R8	0,0037		27,0037	

Tabella 6-16 Concentrazioni medie annue di PM10 – Scenario 3 - Manutenzione

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore si trova in corrispondenza di R3 ed è pari a 0,0060 µg/m³; quindi, risulta essere basso rispetto al limite normativo per la protezione della salute umana pari a 40 µg/m³, anche considerando il valore di fondo della centralina di riferimento di 27 µg/m³.

Di seguito si riporta la mappa di isoconcentrazione per lo Scenario 3 – Manutenzione relativa alle concentrazioni medie annue di PM10 ottenute mediante la simulazione modellistica.

Come affermato precedentemente, In tale figura, allo scopo di visualizzare quali sono i comuni interessati dalle esposizioni legate al progetto in esame, come richiesto nell'ambito degli aspetti sanitari all'interno delle *"Linee guida per le procedure di valutazione ambientale dei Data center"*, sono mostrati (in blu) i confini comunali.

Inoltre, si evidenzia che il valore più basso mostrato nella legenda della seguente figura, ossia 0,01 µg/m³, corrisponde a meno dell'1% del limite normativo per la protezione della salute umana di 40 µg/m³ (cfr. Figura 6-21). Pertanto, è stato ritenuto possibile considerare le concentrazioni inferiori a tale valore trascurabili per quanto riguarda l'esposizione della popolazione ad esse.

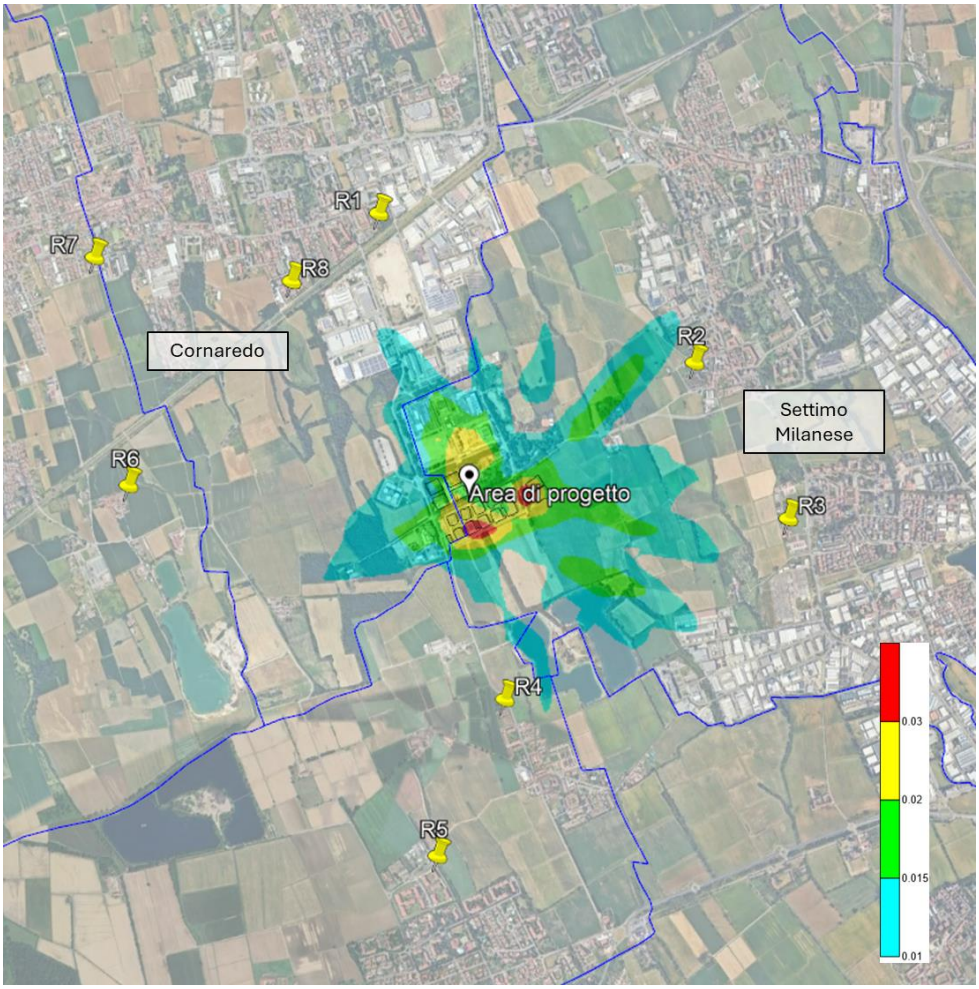

Figura 6-21 Mappa di isoconcentrazione della media annua di PM10 – Scenario 3 - Manutenzione

Concentrazioni massime giornaliere

Nella seguente tabella sono riportati i risultati emersi in corrispondenza dei recettori considerati, in termini di concentrazioni massime giornaliere di PM10.

Recettori	**Concentrazioni massime giornaliere di PM10 (µg/m³)**	**Media annua di PM10 registrata dalla centralina di riferimento – Anno 2023 (µg/m³)**	**Qualità dell'aria complessiva (µg/m³)**	**Limite normativo (µg/m³)**
R1	0,0677	27	27,0677	50
R2	0,1935		27,1935	
R3	0,2381		27,2381	
R4	0,1394		27,1394	
R5	0,0482		27,0482	

Recettori	Concentrazioni massime giornaliere di PM10 (µg/m³)	Media annua di PM10 registrata dalla centralina di riferimento – Anno 2023 (µg/m³)	Qualità dell'aria complessiva (µg/m³)	Limite normativo (µg/m³)
R6	0,0845		27,0845	
R7	0,0711		27,0711	
R8	0,0818		27,0818	

Tabella 6-17 Concentrazioni massime giornaliere di PM10 – Scenario 3 - Manutenzione

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore, in corrispondenza di R3, sia pari a 0,2381 µg/m³, e che risulta essere basso rispetto al limite normativo per la protezione della salute umana pari a 50 µg/m³ da non superare più di 35 giorni all'anno, anche considerando il valore di fondo della centralina di riferimento.

6.8.3.1.1 NO_2

Il limite normativo riguardante la salute umana è relativo all'NO_2, per tale ragione di seguito sono riportati, presso i recettori residenziali, i valori dell'NOx trasformati in NO_2, ottenuti considerando le equazioni descritte nel paragrafo 4.4.1, di seguito riportate:

- per $0< NOx \leq 276{,}4$ µg/m³ : $y = -0{,}0011\ x^2 + 0{,}608\ x$;
- per NOx >276,4 µg/m³: $y = 0{,}1\ x + 56{,}38$.

Concentrazioni medie annue

Nella seguente tabella sono riportati i risultati stimati in corrispondenza dei recettori considerati, in termini di concentrazione media annua di NO_2.

Recettori	Concentrazioni medie annue di NO_2 (µg/m³)	Media annua di NO_2 registrata dalla centralina di riferimento – Anno 2023 (µg/m³)	Qualità dell'aria complessiva (µg/m³)	Limite normativo (µg/m³)
R1	0,1262	35	35,1262	40
R2	0,1816		35,1816	
R3	0,1964		35,1964	
R4	0,2072		35,2072	
R5	0,1025		35,1025	
R6	0,1530		35,1530	
R7	0,0907		35,0907	
R8	0,1318		35,1318	

Tabella 6-18 Concentrazioni medie annue di NO_2 – Scenario 3 - Manutenzione

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore si trova in corrispondenza di R4 ed è pari a 0,2072 µg/m^3; quindi, risulta essere basso rispetto al limite normativo per la protezione della salute umana pari a 40 µg/m^3, anche considerando il valore di fondo della centralina di riferimento di 35 µg/m^3.

Di seguito si riporta la mappa di isoconcentrazione per lo Scenario 3 – Manutenzione relativa alle concentrazioni medie annue di NO_2 ottenute mediante la simulazione modellistica.

Come affermato precedentemente, In tale figura, allo scopo di visualizzare quali sono i comuni interessati dalle esposizioni legate al progetto in esame, come richiesto nell'ambito degli aspetti sanitari all'interno delle "Linee guida per le procedure di valutazione ambientale dei Data center", sono mostrati (in blu) i confini comunali.

Inoltre, si evidenzia che il valore più basso mostrato nella legenda della seguente figura, ossia 0,4 µg/m^3, corrisponde all'1% del limite normativo per la protezione della salute umana di 40 µg/m^3 (cfr. Figura 6-22). Pertanto, è stato ritenuto possibile considerare le concentrazioni inferiori a tale valore trascurabili per quanto riguarda l'esposizione della popolazione ad esse.

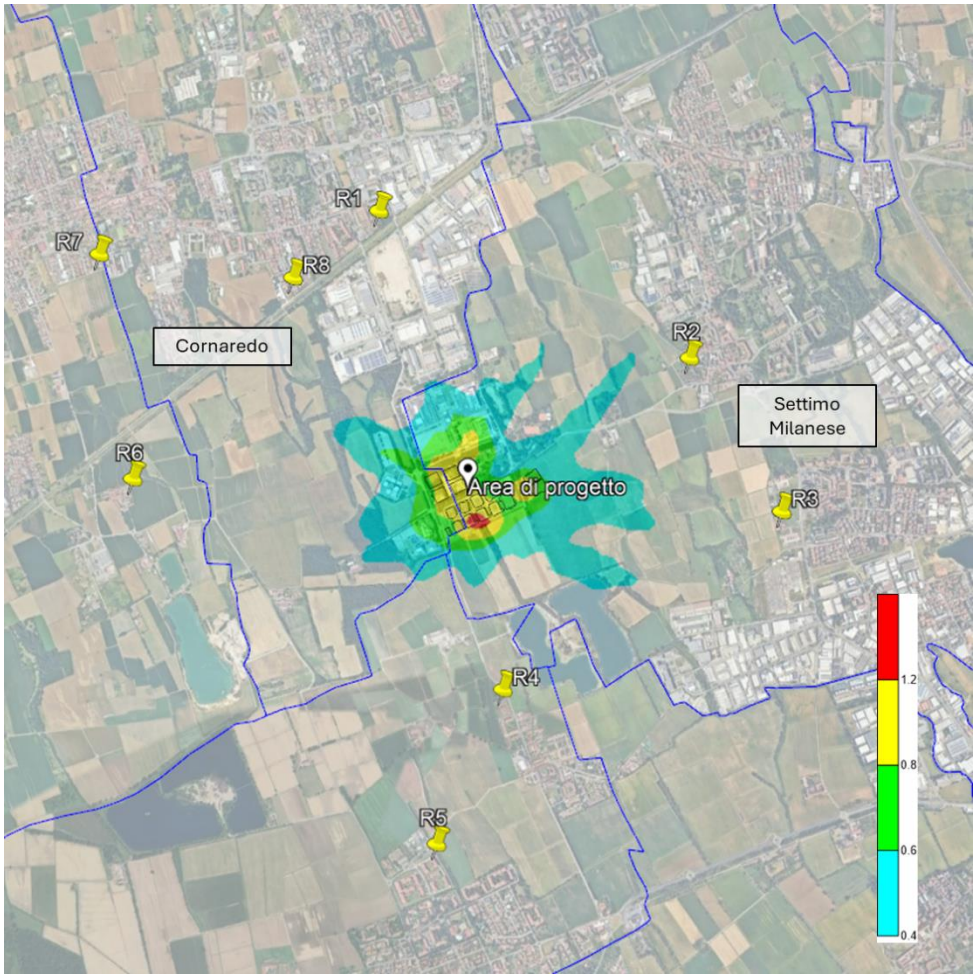

Figura 6-22 Mappa di isoconcentrazione della media annua di NO_2 – Scenario 3 - Manutenzione

Concentrazioni massime orarie

Nella seguente tabella sono riportati i risultati emersi in corrispondenza dei recettori considerati, in termini di concentrazioni massime orarie di NO_2.

Recettori	Concentrazioni massime orarie di NO_2 (µg/m³)	Media annua di NO_2 registrata dalla centralina di riferimento – Anno 2023 (µg/m³)	Qualità dell'aria complessiva (µg/m³)	Limite normativo (µg/m³)
R1	39,60	35	74,60	200
R2	45,19		80,19	
R3	53,38		88,38	
R4	63,37		98,37	
R5	32,91		67,91	
R6	37,99		72,99	
R7	32,82		67,82	
R8	32,44		67,44	

Tabella 6-19 Concentrazioni massime orarie di NO_2 – Scenario 3 - Manutenzione

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore si trova in corrispondenza di R4 ed è pari a 63,37 µg/m³; quindi, risulta essere basso rispetto al limite normativo per la protezione della salute umana pari a 200 µg/m³, da non superare più di 18 volte all'anno, anche considerando il valore di fondo della centralina di riferimento di 35 µg/m³.

6.8.3.1.2 NOx

Concentrazioni medie annue

Il limite normativo dell'NOx è relativo alla vegetazione, pertanto nella seguente tabella sono riportati i risultati stimati in corrispondenza dei recettori vegetazionali considerati, in termini di concentrazione media annua di NOx.

Recettori	Concentrazioni medie annue di NOx (µg/m³)	Media annua di NOx registrata dalla centralina di riferimento – Anno 2023 (µg/m³)	Percentuale rispetto al fondo (%)	Limite normativo (µg/m³)
V1	0,2142	69	0,31%	30
V2	0,0800		0,12%	

Tabella 6-20 Concentrazioni medie annue di NOx– Scenario 3 - Manutenzione

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore si trova in corrispondenza di V1 ed è pari a 0,2142 µg/m³; quindi, risulta essere basso rispetto al limite normativo pari a 30 µg/m³.

Come affermato precedentemente, in considerazione del fatto che il valore di fondo rilevato centralina di riferimento per l'NOx (cfr. Tabella 4-7), è di per sé superiore a tale limite, nella precedente tabella è stato calcolato il valore percentuale delle concentrazioni stimate presso i recettori rispetto al valore di fondo (69 µg/m^3). Tale valore risulta essere minore dell'1% per entrambi i recettori analizzati.

Di seguito si riporta la mappa di isoconcentrazione per lo Scenario 3 – Manutenzione relativa alle concentrazioni medie annue di NOx ottenute mediante la simulazione modellistica.

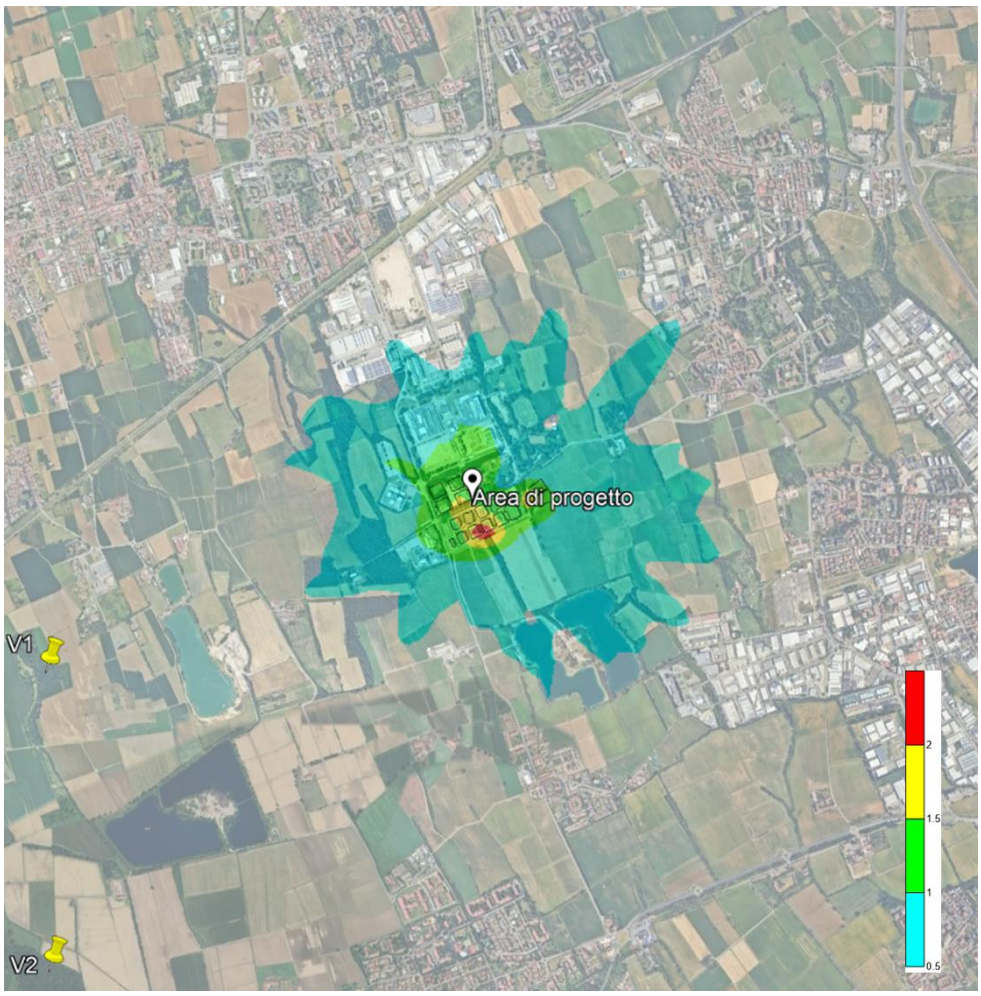

Figura 6-23 Mappa di isoconcentrazione della media annua di NOx – Scenario 3 – Manutenzione

6.8.3.2 CO

Concentrazioni massime medie calcolate su 8 ore consecutive

Nella seguente tabella sono riportati i risultati stimati in corrispondenza dei recettori considerati, in termini di concentrazione massima media calcolate su 8 ore consecutive di CO.

Recettori	Concentrazioni massime medie calcolate su 8 ore consecutive (mg/m^3)	Media annua di CO registrata dalla centralina di riferimento – Anno 2023 (mg/m^3)	Qualità dell'aria complessiva (mg/m^3)	Limite normativo (mg/m^3)
R1	0,0656	0,8	0,8656	10
R2	0,0811		0,8811	
R3	0,0796		0,8796	
R4	0,1394		0,9394	
R5	0,0443		0,8443	
R6	0,0648		0,8648	
R7	0,0277		0,8277	
R8	0,0415		0,8415	

Tabella 6-21 Concentrazioni massime medie calcolate su 8 ore consecutive di CO – Scenario 3 - Manutenzione

Si osserva come il valore di concentrazione maggiore si trova in corrispondenza di R4 ed è pari a 0,1394 mg/m^3; quindi, risulta essere basso rispetto al limite normativo per la protezione della salute umana pari a 10 mg/m^3, anche considerando il valore di fondo della centralina di riferimento di 0,8 mg/m^3.

Stante le risultanze delle analisi effettuate per lo Scenario di manutenzione appena riportate, si può concludere che, anche in considerazione del contributo della qualità dell'aria locale per gli inquinanti di interesse, le concentrazioni stimate risultano al di sotto dei limiti normativi per la protezione della salute umana per tutti gli inquinanti analizzati.

Per quanto riguarda l'NOx, per cui esiste il limite normativo per la protezione della vegetazione, si ricorda che il valore di fondo rilevato dalla centralina di riferimento è di per sé superiore a tale limite, e che i valori stimati nei punti recettori vegetazionali considerati sono risultati essere pari a meno dell'1% rispetto ad esso.

7 Stima delle emissioni di CO_2 da parte dei generatori di emergenza in fase di manutenzione

All'interno delle *"Linee guida per le procedure di valutazione ambientale dei Data center"* (adottate dal Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica con D.D. VA n. 257 del 02/08/2024), in particolare nell'ambito delle emissioni in atmosfera, qualità dell'aria e clima, è richiesto di seguire i recenti indirizzi per la verifica climatica che si applica alle infrastrutture secondo i criteri definiti dal Dipartimento per le Politiche di Coesione in collaborazione con il MASE *"Indirizzi per la verifica climatica dei progetti infrastrutturali in Italia per il periodo 2021-2027"*[10] (6 ottobre 2023).

Stante ciò, l'obiettivo del presente paragrafo è quello di stimare le emissioni di CO_2 prodotte dai generatori di emergenza durante la fase di manutenzione ordinaria degli stessi.

Si ricorda che per tale fase (come descritto precedentemente per lo scenario 3 di simulazione, cfr. paragrafo 6.8) il singolo generatore viene attivato un'ora ogni tre mesi, ossia 4 ore complessive durante l'intero anno.
I generatori totali a servizio del Data center, considerando anche quelli di backup, sono 103. Pertanto, in condizioni ordinarie, il funzionamento di tali generatori è previsto pari a 412 ore/anno complessive.

Nella seguente tabella sono mostrati:

- il numero di generatori di emergenza presenti in ogni edificio,
- le ore totali di funzionamento dei generatori di ogni edificio,
- i fattori di emissione di CO_2 considerati, espressi in kg/h,
- le tonnellate di CO_2 annue emesse dai generatori di emergenza.

Edificio	N° generatori	Ore annue di funzionamento dei generatori	Fattore di emissione CO_2 (kg/h)	Tonnellate CO_2 annue
ADM	2	8	1.917	15
DC01	3	12	1.917	23
DC02	4	16	1.917	31
DC03	4	16	1.917	31
DC04	3	12	1.917	23
DC05	4	16	1.917	31
DC06	4	16	1.917	31
DC07	8	32	1.460	47
DC08.1	8	32	1.460	47
DC08.2	8	32	1.460	47
DC09	8	32	1.460	47
DC10	4	16	1.917	31

[10] https://politichecoesione.governo.it/media/ch0naoef/indirizzi-per-la-verifica-climatica_e_allegato.pdf

Edificio	N° generatori	Ore annue di funzionamento dei generatori	Fattore di emissione CO_2 (kg/h)	Tonnellate CO_2 annue
GENSET	3	12	1.917	23
DC11	10	40	2.188	88
DC12	10	40	2.188	88
DC14	10	40	2.188	88
DC15	10	40	2.188	88
Totale	***103***	***412***	**-**	***775***

Tabella 7-1 Stima delle emissioni di CO_2

Dall'osservazione dei risultati ottenuti, mostrati nella precedente tabella, è possibile affermare che, durante la fase di manutenzione ordinaria dei generatori di emergenza a servizio del Data center di progetto, le emissioni di CO_2 stimate sono pari a 775 tonnellate annue. Tale valore risulta essere pari a molto meno dell'1% delle emissioni di CO_2 provinciali presenti nell'"Inventario delle Emissioni Regionale Anno 2021" fornito da Arpa Lombardia (cfr. paragrafo 3.4.3).

8 Allegato 1

Caratteristiche sorgenti emissive degli scenari di emergenza

	Edificio	Sorgente emissiva	Coordinate		Altezza camino (m)	Diametro interno camino (m)	Velocità di uscita dei fumi (m/s)	Temperatura di uscita dei fumi (K)	Fattore di emissione NOx (g/s)	Fattore di emissione CO (g/s)	Fattore di emissione PM10 (g/s)
			X (m)	Y (m)							
Lotto A	ADM	ADM_1	502815	5035167	2,50	0,4	31,0	673,15	2,706	0,754	0,048
	DC01	DC01_1	502826	5035301	10,41	0,6	31,0	673,15	2,706	0,754	0,048
		DC01_2	502832	5035304	10,41	0,6	31,0	673,15	2,706	0,754	0,048
	DC02	DC02_1	502892	5035332	10,41	0,6	31,0	673,15	2,706	0,754	0,048
		DC02_2	502893	5035332	10,41	0,6	31,0	673,15	2,706	0,754	0,048
		DC02_3	502899	5035333	10,41	0,6	31,0	673,15	2,706	0,754	0,048
	DC03	DC03_1	502852	5035242	10,41	0,6	31,0	673,15	2,706	0,754	0,048
		DC03_2	502853	5035242	10,41	0,6	31,0	673,15	2,706	0,754	0,048
		DC03_3	502860	5035246	10,41	0,6	31,0	673,15	2,706	0,754	0,048
	DC04	DC04_1	502966	5035250	12,00	0,6	31,0	673,15	2,706	0,754	0,048
		DC04_2	502968	5035251	12,00	0,6	31,0	673,15	2,706	0,754	0,048
	DC05	DC05_1	503033	5035282	9,70	0,6	31,0	673,15	2,706	0,754	0,048
		DC05_2	503036	5035284	9,70	0,6	31,0	673,15	2,706	0,754	0,048
		DC05_3	503040	5035286	9,70	0,6	31,0	673,15	2,706	0,754	0,048
	DC06	DC06_1	503101	5035315	12,00	0,6	31,0	673,15	2,706	0,754	0,048
		DC06_2	503105	5035317	12,00	0,6	31,0	673,15	2,706	0,754	0,048
		DC06_3	503110	5035319	12,00	0,6	31,0	673,15	2,706	0,754	0,048

	Edificio	Sorgente emissiva	Coordinate		Altezza camino (m)	Diametro interno camino (m)	Velocità di uscita dei fumi (m/s)	Temperatura di uscita dei fumi (K)	Fattore di emissione NOx (g/s)	Fattore di emissione CO (g/s)	Fattore di emissione PM10 (g/s)
			X (m)	Y (m)							
	DC07	DC07_1	503104	5035407	14,26	0,6	31,0	673,15	2,348	0,446	0,030
		DC07_2	503106	5035408	14,26	0,6	31,0	673,15	2,348	0,446	0,030
		DC07_3	503130	5035419	14,26	0,6	31,0	673,15	2,348	0,446	0,030
		DC07_4	503132	5035420	14,26	0,6	31,0	673,15	2,348	0,446	0,030
		DC07_5	503131	5035336	14,26	0,6	31,0	673,15	2,348	0,446	0,030
		DC07_6	503133	5035337	14,26	0,6	31,0	673,15	2,348	0,446	0,030
		DC07_7	503162	5035351	14,26	0,6	31,0	673,15	2,348	0,446	0,030
	DC09	DC09_1	503002	5035419	14,26	0,6	31,0	673,15	2,348	0,446	0,030
		DC09_2	503003	5035417	14,26	0,6	31,0	673,15	2,348	0,446	0,030
		DC09_3	503077	5035460	14,26	0,6	31,0	673,15	2,348	0,446	0,030
		DC09_4	503081	5035451	14,26	0,6	31,0	673,15	2,348	0,446	0,030
		DC09_5	503090	5035433	14,26	0,6	31,0	673,15	2,348	0,446	0,030
		DC09_6	503094	5035424	14,26	0,6	31,0	673,15	2,348	0,446	0,030
		DC09_7	503015	5035391	14,26	0,6	31,0	673,15	2,348	0,446	0,030
	DC10	DC10_1	502924	5035392	14,26	0,6	31,0	673,15	2,706	0,754	0,048
		DC10_2	502927	5035393	14,26	0,6	31,0	673,15	2,706	0,754	0,048
		DC10_3	502975	5035416	14,26	0,6	31,0	673,15	2,706	0,754	0,048
Lotto B	DC08.01	DC08.01_1	503288	5035529	11,76	0,6	31,0	673,15	2,348	0,446	0,030
		DC08.01_2	503304	5035506	11,76	0,6	31,0	673,15	2,348	0,446	0,030
		DC08.01_3	503242	5035463	11,76	0,6	31,0	673,15	2,348	0,446	0,030

	Edificio	Sorgente emissiva	Coordinate		Altezza camino (m)	Diametro interno camino (m)	Velocità di uscita dei fumi (m/s)	Temperatura di uscita dei fumi (K)	Fattore di emissione NOx (g/s)	Fattore di emissione CO (g/s)	Fattore di emissione PM10 (g/s)
			X (m)	Y (m)							
		DC08.01_4	503223	5035488	11,76	0,6	31,0	673,15	2,348	0,446	0,030
		DC08.01_5	503287	5035530	11,76	0,6	31,0	673,15	2,348	0,446	0,030
		DC08.01_6	503305	5035505	11,76	0,6	31,0	673,15	2,348	0,446	0,030
	DC08.02	DC08.02_1	503322	5035481	11,76	0,6	31,0	673,15	2,348	0,446	0,030
		DC08.02_2	503339	5035456	11,76	0,6	31,0	673,15	2,348	0,446	0,030
		DC08.02_3	503277	5035410	11,76	0,6	31,0	673,15	2,348	0,446	0,030
		DC08.02_4	503258	5035437	11,76	0,6	31,0	673,15	2,348	0,446	0,030
		DC08.02_5	503323	5035480	11,76	0,6	31,0	673,15	2,348	0,446	0,030
		DC08.02_6	503338	5035457	11,76	0,6	31,0	673,15	2,348	0,446	0,030
Lotto C	DC11	DC11_1	502815	5035457	23,00	0,8	31,0	673,15	3,189	0,881	0,037
		DC11_2	502818	5035452	23,00	0,8	31,0	673,15	3,189	0,881	0,037
		DC11_3	502820	5035447	23,00	0,8	31,0	673,15	3,189	0,881	0,037
		DC11_4	502823	5035441	23,00	0,8	31,0	673,15	3,189	0,881	0,037
		DC11_5	502826	5035434	23,00	0,8	31,0	673,15	3,189	0,881	0,037
		DC11_6	502830	5035426	23,00	0,8	31,0	673,15	3,189	0,881	0,037
		DC11_7	502834	5035418	23,00	0,8	31,0	673,15	3,189	0,881	0,037
		DC11_8	502838	5035409	23,00	0,8	31,0	673,15	3,189	0,881	0,037
	DC12	DC12_1	502783	5035447	23,00	0,6	31,0	673,15	3,189	0,881	0,037
		DC12_2	502786	5035439	23,00	0,6	31,0	673,15	3,189	0,881	0,037
		DC12_3	502788	5035436	23,00	0,6	31,0	673,15	3,189	0,881	0,037

Edificio	Sorgente emissiva	Coordinate		Altezza camino (m)	Diametro interno camino (m)	Velocità di uscita dei fumi (m/s)	Temperatura di uscita dei fumi (K)	Fattore di emissione NOx (g/s)	Fattore di emissione CO (g/s)	Fattore di emissione PM10 (g/s)
		X (m)	Y (m)							
	DC12_4	502792	5035428	23,00	0,6	31,0	673,15	3,189	0,881	0,037
	DC12_5	502798	5035414	23,00	0,6	31,0	673,15	3,189	0,881	0,037
	DC12_6	502801	5035408	23,00	0,6	31,0	673,15	3,189	0,881	0,037
	DC12_7	502803	5035405	23,00	0,6	31,0	673,15	3,189	0,881	0,037
	DC12_8	502808	5035394	23,00	0,6	31,0	673,15	3,189	0,881	0,037
DC14	DC14_1	502744	5035527	23,00	0,6	31,0	673,15	3,189	0,881	0,037
	DC14_2	502749	5035517	23,00	0,6	31,0	673,15	3,189	0,881	0,037
	DC14_3	502750	5035514	23,00	0,6	31,0	673,15	3,189	0,881	0,037
	DC14_4	502754	5035505	23,00	0,6	31,0	673,15	3,189	0,881	0,037
	DC14_5	502761	5035489	23,00	0,6	31,0	673,15	3,189	0,881	0,037
	DC14_6	502764	5035483	23,00	0,6	31,0	673,15	3,189	0,881	0,037
	DC14_7	502765	5035481	23,00	0,6	31,0	673,15	3,189	0,881	0,037
	DC14_8	502770	5035472	23,00	0,6	31,0	673,15	3,189	0,881	0,037
DC15	DC15_1	502779	5035527	23,00	0,8	31,0	673,15	3,189	0,881	0,037
	DC15_2	502782	5035523	23,00	0,8	31,0	673,15	3,189	0,881	0,037
	DC15_3	502785	5035519	23,00	0,8	31,0	673,15	3,189	0,881	0,037
	DC15_4	502787	5035515	23,00	0,8	31,0	673,15	3,189	0,881	0,037
	DC15_5	502793	5035502	23,00	0,8	31,0	673,15	3,189	0,881	0,037
	DC15_6	502796	5035496	23,00	0,8	31,0	673,15	3,189	0,881	0,037
	DC15_7	502799	5035489	23,00	0,8	31,0	673,15	3,189	0,881	0,037

	Edificio	Sorgente emissiva	Coordinate		Altezza camino (m)	Diametro interno camino (m)	Velocità di uscita dei fumi (m/s)	Temperatura di uscita dei fumi (K)	Fattore di emissione NOx (g/s)	Fattore di emissione CO (g/s)	Fattore di emissione PM10 (g/s)
			X (m)	Y (m)							
		DC15_8	502802	5035483	23,00	0,8	31,0	673,15	3,189	0,881	0,037

9 Allegato 2

Caratteristiche sorgenti emissive dello scenario di manutenzione

	Edificio	Sorgente emissiva	Coordinate		Altezza camino (m)	Diametro interno camino (m)	Velocità di uscita dei fumi (m/s)	Temperatura di uscita dei fumi (K)	Fattore di emissione NOx (g/s)	Fattore di emissione CO (g/s)	Fattore di emissione PM10 (g/s)
			X (m)	Y (m)							
Lotto A	ADM	ADM_1	502815	5035167	2,50	0,4	31,0	673,15	4,181	0,842	0,074
		ADM_2	502813	5035172	2,50	0,4	31,0	673,15	4,181	0,842	0,074
	DC01	DC01_1	502826	5035301	10,41	0,6	31,0	673,15	4,181	0,842	0,074
		DC01_2	502832	5035304	10,41	0,6	31,0	673,15	4,181	0,842	0,074
		DC01_3	502830	5035304	10,41	0,6	31,0	673,15	4,181	0,842	0,074
	DC02	DC02_1	502892	5035332	10,41	0,6	31,0	673,15	4,181	0,842	0,074
		DC02_2	502893	5035332	10,41	0,6	31,0	673,15	4,181	0,842	0,074
		DC02_3	502899	5035333	10,41	0,6	31,0	673,15	4,181	0,842	0,074
		DC02_4	502900	5035333	10,41	0,6	31,0	673,15	4,181	0,842	0,074
	DC03	DC03_1	502852	5035242	10,41	0,6	31,0	673,15	4,181	0,842	0,074
		DC03_2	502853	5035242	10,41	0,6	31,0	673,15	4,181	0,842	0,074
		DC03_3	502860	5035246	10,41	0,6	31,0	673,15	4,181	0,842	0,074
		DC03_4	502858	5035245	10,41	0,6	31,0	673,15	4,181	0,842	0,074
	DC04	DC04_1	502966	5035250	12,00	0,6	31,0	673,15	4,181	0,842	0,074
		DC04_2	502968	5035251	12,00	0,6	31,0	673,15	4,181	0,842	0,074
		DC04_3	502970	5035252	12,00	0,6	31,0	673,15	4,181	0,842	0,074
	DC05	DC05_1	503033	5035282	9,70	0,6	31,0	673,15	4,181	0,842	0,074
		DC05_2	503036	5035284	9,70	0,6	31,0	673,15	4,181	0,842	0,074

Edificio	Sorgente emissiva	Coordinate		Altezza camino (m)	Diametro interno camino (m)	Velocità di uscita dei fumi (m/s)	Temperatura di uscita dei fumi (K)	Fattore di emissione NOx (g/s)	Fattore di emissione CO (g/s)	Fattore di emissione PM10 (g/s)
		X (m)	Y (m)							
	DC05_3	503040	5035286	9,70	0,6	31,0	673,15	4,181	0,842	0,074
	DC05_4	503029	5035281	9,70	0,6	31,0	673,15	4,181	0,842	0,074
DC06	DC06_1	503101	5035315	12,00	0,6	31,0	673,15	4,181	0,842	0,074
	DC06_2	503105	5035317	12,00	0,6	31,0	673,15	4,181	0,842	0,074
	DC06_3	503110	5035319	12,00	0,6	31,0	673,15	4,181	0,842	0,074
	DC06_4	503098	5035314	12,00	0,6	31,0	673,15	4,181	0,842	0,074
DC07	DC07_1	503104	5035407	14,26	0,6	31,0	673,15	3,672	0,983	0,113
	DC07_2	503106	5035408	14,26	0,6	31,0	673,15	3,672	0,983	0,113
	DC07_3	503130	5035419	14,26	0,6	31,0	673,15	3,672	0,983	0,113
	DC07_4	503132	5035420	14,26	0,6	31,0	673,15	3,672	0,983	0,113
	DC07_5	503131	5035336	14,26	0,6	31,0	673,15	3,672	0,983	0,113
	DC07_6	503133	5035337	14,26	0,6	31,0	673,15	3,672	0,983	0,113
	DC07_7	503162	5035351	14,26	0,6	31,0	673,15	3,672	0,983	0,113
	DC07_8	503164	5035352	14,26	0,6	31,0	673,15	3,672	0,983	0,113
DC09	DC09_1	503002	5035419	14,26	0,6	31,0	673,15	3,672	0,983	0,113
	DC09_2	503003	5035417	14,26	0,6	31,0	673,15	3,672	0,983	0,113
	DC09_3	503077	5035460	14,26	0,6	31,0	673,15	3,672	0,983	0,113
	DC09_4	503081	5035451	14,26	0,6	31,0	673,15	3,672	0,983	0,113
	DC09_5	503090	5035433	14,26	0,6	31,0	673,15	3,672	0,983	0,113
	DC09_6	503094	5035424	14,26	0,6	31,0	673,15	3,672	0,983	0,113
	DC09_7	503015	5035391	14,26	0,6	31,0	673,15	3,672	0,983	0,113

	Edificio	Sorgente emissiva	Coordinate		Altezza camino (m)	Diametro interno camino (m)	Velocità di uscita dei fumi (m/s)	Temperatura di uscita dei fumi (K)	Fattore di emissione NOx (g/s)	Fattore di emissione CO (g/s)	Fattore di emissione PM10 (g/s)
			X (m)	Y (m)							
		DC09_8	503014	5035394	14,26	0,6	31,0	673,15	3,672	0,983	0,113
	DC10	DC10_1	502924	5035392	14,26	0,6	31,0	673,15	4,181	0,842	0,074
		DC10_2	502927	5035393	14,26	0,6	31,0	673,15	4,181	0,842	0,074
		DC10_3	502975	5035416	14,26	0,6	31,0	673,15	4,181	0,842	0,074
		DC10_4	502973	5035415	14,26	0,6	31,0	673,15	4,181	0,842	0,074
	Genset	Genset_1	503197	5035365	8,22	0,6	31,0	673,15	4,181	0,842	0,074
		Genset_2	503189	5035362	8,22	0,6	31,0	673,2	4,181	0,842	0,074
		Genset_3	503175	5035395	8,22	0,6	31,0	673,2	4,181	0,842	0,074
Lotto B	DC08.01	DC08.01_1	503288	5035529	11,76	0,6	31,0	673,15	3,672	0,983	0,113
		DC08.01_2	503304	5035506	11,76	0,6	31,0	673,15	3,672	0,983	0,113
		DC08.01_3	503242	5035463	11,76	0,6	31,0	673,15	3,672	0,983	0,113
		DC08.01_4	503223	5035488	11,76	0,6	31,0	673,15	3,672	0,983	0,113
		DC08.01_5	503287	5035530	11,76	0,6	31,0	673,15	3,672	0,983	0,113
		DC08.01_6	503305	5035505	11,76	0,6	31,0	673,15	3,672	0,983	0,113
		DC08.01_7	503241	5035465	11,76	0,6	31,0	673,15	3,672	0,983	0,113
		DC08.01_8	503224	5035487	11,76	0,6	31,0	673,15	3,672	0,983	0,113
	DC08.02	DC08.02_1	503322	5035481	11,76	0,6	31,0	673,15	3,672	0,983	0,113
		DC08.02_2	503339	5035456	11,76	0,6	31,0	673,15	3,672	0,983	0,113
		DC08.02_3	503277	5035410	11,76	0,6	31,0	673,15	3,672	0,983	0,113
		DC08.02_4	503258	5035437	11,76	0,6	31,0	673,15	3,672	0,983	0,113
		DC08.02_5	503323	5035480	11,76	0,6	31,0	673,15	3,672	0,983	0,113

	Edificio	Sorgente emissiva	Coordinate		Altezza camino (m)	Diametro interno camino (m)	Velocità di uscita dei fumi (m/s)	Temperatura di uscita dei fumi (K)	Fattore di emissione NOx (g/s)	Fattore di emissione CO (g/s)	Fattore di emissione PM10 (g/s)
			X (m)	Y (m)							
		DC08.02_6	503338	5035457	11,76	0,6	31,0	673,15	3,672	0,983	0,113
		DC08.02_7	503276	5035412	11,76	0,6	31,0	673,15	3,672	0,983	0,113
		DC08.02_8	503257	5035438	11,76	0,6	31,0	673,15	3,672	0,983	0,113
Lotto C	DC11	DC11_1	502815	5035457	23,00	0,8	31,0	673,15	6,276	0,683	0,015
		DC11_2	502818	5035452	23,00	0,8	31,0	673,15	6,276	0,683	0,015
		DC11_3	502820	5035447	23,00	0,8	31,0	673,15	6,276	0,683	0,015
		DC11_4	502823	5035441	23,00	0,8	31,0	673,15	6,276	0,683	0,015
		DC11_5	502826	5035434	23,00	0,8	31,0	673,15	6,276	0,683	0,015
		DC11_6	502830	5035426	23,00	0,8	31,0	673,15	6,276	0,683	0,015
		DC11_7	502834	5035418	23,00	0,8	31,0	673,15	6,276	0,683	0,015
		DC11_8	502838	5035409	23,00	0,8	31,0	673,15	6,276	0,683	0,015
		DC11_9	502826	5035433	23,00	0,8	31,0	673,15	6,276	0,683	0,015
		DC11_10	502839	5035406	23,00	0,8	31,0	673,15	6,276	0,683	0,015
	DC12	DC12_1	502783	5035447	23,00	0,6	31,0	673,15	6,276	0,683	0,015
		DC12_2	502786	5035439	23,00	0,6	31,0	673,15	6,276	0,683	0,015
		DC12_3	502788	5035436	23,00	0,6	31,0	673,15	6,276	0,683	0,015
		DC12_4	502792	5035428	23,00	0,6	31,0	673,15	6,276	0,683	0,015
		DC12_5	502798	5035414	23,00	0,6	31,0	673,15	6,276	0,683	0,015
		DC12_6	502801	5035408	23,00	0,6	31,0	673,15	6,276	0,683	0,015
		DC12_7	502803	5035405	23,00	0,6	31,0	673,15	6,276	0,683	0,015
		DC12_8	502808	5035394	23,00	0,6	31,0	673,15	6,276	0,683	0,015

Edificio	Sorgente emissiva	Coordinate		Altezza camino (m)	Diametro interno camino (m)	Velocità di uscita dei fumi (m/s)	Temperatura di uscita dei fumi (K)	Fattore di emissione NOx (g/s)	Fattore di emissione CO (g/s)	Fattore di emissione PM10 (g/s)
		X (m)	Y (m)							
	DC12_9	502806	5035399	23,00	0,6	31,0	673,15	6,276	0,683	0,015
	DC12_10	502781	5035450	23,00	0,6	31,0	673,15	6,276	0,683	0,015
DC14	DC14_1	502744	5035527	23,00	0,6	31,0	673,15	6,276	0,683	0,015
	DC14_2	502749	5035517	23,00	0,6	31,0	673,15	6,276	0,683	0,015
	DC14_3	502750	5035514	23,00	0,6	31,0	673,15	6,276	0,683	0,015
	DC14_4	502754	5035505	23,00	0,6	31,0	673,15	6,276	0,683	0,015
	DC14_5	502761	5035489	23,00	0,6	31,0	673,15	6,276	0,683	0,015
	DC14_6	502764	5035483	23,00	0,6	31,0	673,15	6,276	0,683	0,015
	DC14_7	502765	5035481	23,00	0,6	31,0	673,15	6,276	0,683	0,015
	DC14_8	502770	5035472	23,00	0,6	31,0	673,15	6,276	0,683	0,015
	DC14_9	502769	5035474	23,00	0,6	31,0	673,15	6,276	0,683	0,015
	DC14_10	502745	5035525	23,00	0,6	31,0	673,15	6,276	0,683	0,015
DC15	DC15_1	502779	5035527	23,00	0,8	31,0	673,15	6,276	0,683	0,015
	DC15_2	502782	5035523	23,00	0,8	31,0	673,15	6,276	0,683	0,015
	DC15_3	502785	5035519	23,00	0,8	31,0	673,15	6,276	0,683	0,015
	DC15_4	502787	5035515	23,00	0,8	31,0	673,15	6,276	0,683	0,015
	DC15_5	502793	5035502	23,00	0,8	31,0	673,15	6,276	0,683	0,015
	DC15_6	502796	5035496	23,00	0,8	31,0	673,15	6,276	0,683	0,015
	DC15_7	502799	5035489	23,00	0,8	31,0	673,15	6,276	0,683	0,015
	DC15_8	502802	5035483	23,00	0,8	31,0	673,15	6,276	0,683	0,015
	DC15_9	502791	5035507	23,00	0,8	31,0	673,15	6,276	0,683	0,015

Edificio	Sorgente emissiva	Coordinate		Altezza camino (m)	Diametro interno camino (m)	Velocità di uscita dei fumi (m/s)	Temperatura di uscita dei fumi (K)	Fattore di emissione NOx (g/s)	Fattore di emissione CO (g/s)	Fattore di emissione PM10 (g/s)
		X (m)	Y (m)							
	DC15_10	502789	5035512	23,00	0,8	31,0	673,15	6,276	0,683	0,015